

# RYBNOE HOZYAJSTVO (FISHERIES)

No 02/2023

Scientific and commercial  
journal of the Federal Agency  
for Fisheries

Founded in 1920.

Six issues per year.



**FOUNDER  
OF THE JOURNAL:**  
The Central Department  
for Fisheries Regulation  
and Norms

**CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD**  
Shestakov I.V. – Candidate of Economic Sciences,  
Head of Rosrybolovstvo

**DEPUTY CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD**  
Kolonchin K.V. – Doctor of Economic Sciences, Director  
of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries  
and Oceanography (VNIRO)

**SECRETARY OF THE EDITORIAL BOARD**  
Filippova S.G. – Editor-in-chief of the magazine "Fisheries"

**MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD**  
Andreev M.P. – Doctor of Technical Sciences, KSTU,  
Professor of the Department of Food Technology  
Bagrov A.M. – Corresponding Member of the Russian  
Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor  
Bubunets E.V. – Doctor of Agricultural Sciences,  
FSBI "TSUREN"; Associate Professor of the Department  
of Aquaculture and Beekeeping of the FSUE VO  
"RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev"  
Grigoriev O.V. – Doctor of Technical Sciences,  
FSBI "Marine Rescue Service", First Deputy Head  
Dvoryanina O.P. – Doctor of Technical Sciences, Voronezh  
State University of Engineering Technologies, Dean of the  
Faculty of Continuous Education, Head of the Department  
of Quality Management and Technology of Aquatic Biological  
Resources

Zhigin A.V. – Doctor of Agricultural Sciences, VNIRO Federal  
State Budgetary Educational Institution, K.A. Timiryazev  
Russian State Agricultural Academy, Chief Researcher  
of the Department of Invertebrate Aquaculture; Professor  
of the Department of Aquaculture and Beekeeping

Zilanova V.K. – Candidate of Biological Sciences, full member  
of MANEB, Professor, Honorary Doctor of the Moscow State  
Technical University, Chairman of the Sevryba CC  
Kokorev Yu.I. – Candidate of Economic Sciences, Dmitrov  
Fisheries Technological Institute of the Federal State  
Budgetary Educational Institution "AGTU" Professor of the  
Department of Humanities and Economics

Mezenova O.Ya. – Doctor of Technical Sciences,  
Professor, Honorary Worker of Fisheries, KSTU  
Minko V.M. – Doctor of Technical Sciences,  
Professor Kaliningrad State Technical University

Mercel Jorg-Thomas – Doctor of Technical Sciences,  
Professor at the Research Laboratory (UBF GmH),  
Altlandsberg, Germany

Orlov A.M. – Doctor of Biological Sciences, Associate  
Professor, P.P. Shirshov Institute of Oceanology  
of the Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory  
of Oceanic Ichthyofauna

Ostroumov S.A. – Doctor of Biological Sciences, Lomonosov  
Moscow State University, Faculty of Biology

Pavlov D.S. – Full member of the Russian Academy  
of Sciences; Doctor of Biological Sciences; Honored Professor  
of Lomonosov Moscow State University, Scientific Director  
of the Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the  
Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory,  
Chief Researcher; Scientific Director of the Department  
of Ichthyology of the Faculty of Biology of Lomonosov  
Moscow State University

Servetnik G.E. – Doctor of Agricultural Sciences, Senior  
Researcher at the Laboratory of Reproduction and  
Biosynergetics Problems, All-Russian Research Institute  
of Integrated Fish Farming – VNIIR – Branch of the L.K. Ernst  
FITZVIZH

Smirnov A.A. – Doctor of Biological Sciences, Chief  
Researcher of the Marine Fish Department of the Far East,  
All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and  
Oceanography (VNIRO); Professor of the North-Eastern  
State University (SVSU)

Kharenko E.N. – Doctor of Technical Sciences, Deputy  
Director for Scientific Work of VNIRO

Khatuntsov A.V. – Candidate of Economic Sciences,  
Head of TSUREN

Chernyshkov P.P. – Doctor of Geographical Sciences,  
Professor, Department of Ocean Geography  
Institute of Living Systems of the Baltic Federal University  
named after Immanuel Kant

## FISHERIES EDUCATION

4 Munkov A.N., Smirnov A.A.  
Study of biological and ecological  
features of the manifestation of fish  
diseases when teaching the course  
"Fish diseases"

73 Goncharov S.M., Popov S.B.,  
Peterfeld V.A., Bazov A.V.,  
Klyuchareva N.G.  
Hydroacoustic assessment of Baikal  
omul (*Coregonus migratorius*)  
reserves based on the results  
of two-year studies in the spring-  
summer period of 2021 and 2022

## ECOLOGY

7 Khovansky I.E., Mlynar E.V.  
Ecological efficiency of measures  
for the conservation of aquatic  
biological resources and their  
habitat: aspects of legal and  
economic analysis

13 Lyubomirova V.N., Romanova  
E.M., Romanov V.V., Fazilov E.B.  
Influence of abiotic factors  
on productivity indicators  
of *A. var. Principalis* in aquaculture

## ECONOMICS AND BUSINESS

18 Betin O.I., Titova G.D.  
Formation of the World Ocean  
economy

## AQUACULTURE

80 Seafood Expo Russia:  
aquaculture at the main industry  
exhibition

83 Khovanskaya L.L., Peslyak D.V.,  
Ogly A.A., Smirnov A.A.  
Features of the technology  
of artificial breeding of chum  
salmon (*Oncorhynchus keta*)  
in the conditions of private salmon  
farming in the Magadan region

91 Zelenikov O.V., Myakishev M.S.  
Scientific and production company  
"AQUATECH" is a new leader  
in the production of starter feeds  
for young Pacific salmon

96 Shindavina N.I., Moseev A.G.,  
Nikandrov V.Ya.  
Effectiveness of the use of saline  
solution in artificial insemination  
of caviar of rainbow trout  
*Oncorhynchus mykiss* (Waibaum,  
1972) and Ladoga palia *Salvelinus*  
*alpinus lepechini* (Gmelin, 1788)

## FISHING EQUIPMENT AND FLEET

101 Osipov E.V.  
Modeling of sampling processes  
of trap crab orders from great  
depths

104 Babintsev A.Yu., Sukonnikov V.A.,  
Minko V.M., Dyatchenko S.V.  
Assessment of safety risks  
of fishing schemes

## TECHNOLOGY

109 Podkorytova A.V.,  
Roshchina A.N., Kotelnikova L.H.,  
Rodina T.V. *Saccharina japonica* -  
its technicochemical characteristics  
for use in the technology of food  
and therapeutic and prophylactic  
products

## BRIGHT MEMORY

116 Pyotr Trifonovich Saranchuk  
(20.07.1940 – 18.01.2023)

## INTERNAL RESERVOIRS

65 Vesnina L.V., Vesnin Yu.A.,  
Romanova N.S., Moruzi I.V.  
The role of brackish-water fauna  
and the state of the bioresource  
of the ecosystem of the hypergalline  
lake Kulundinskoye in the phase  
of transgression (Altai Krai)

№ 02/2023

**Научно-практический  
и производственный журнал  
Федерального агентства  
по рыболовству**

Основан в 1920 году

Выходит 6 раз в год

Учредитель журнала:

**ФГБУ «ЦУРЭН»**

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение «Центральное управление  
по рыболовству и экспертизе  
и нормативам по сохранению,  
воспроизводству водных биологических  
ресурсов и акклиматизации»

**ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА**  
Шестаков И.В. – кандидат экономических наук,  
руководитель Рыболововства

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ  
РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Колонин К.В. – доктор экономических наук, директор  
Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)

**СЕКРЕТАРЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА**  
Филиппова С. Г. – главный редактор журнала  
«Рыбное хозяйство»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Андреев М.П. – доктор технических наук ФГБОУ ВО «КГТУ»,  
Профессор кафедры технологии продуктов питания  
Багров А.М. – член-корреспондент РАН, доктор  
биологических наук, профессор  
Бубнеч Э.В. – доктор сельскохозяйственных наук,  
ФГБОУ ВО «ЦУРЭН», Доцент кафедры аквакультуры и  
пчеловодства ФГБОУ ВО «ГГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»  
Григорьев О.В. – доктор технических наук, ФГБУ «Морская  
спасательная служба», первый заместитель руководителя  
Дворянинова О.П. – доктор технических наук, ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный университет инженерных  
технологий», Декан факультета безотрывного образования,  
заведующий кафедрой управления качеством и технологиями  
водных биоресурсов  
Жигит А.В. – доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ  
«ВНИРО», ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»  
Главный научный сотрудник отдела аквакультуры  
беспозвоночных; профессор кафедры аквакультуры  
и пчеловодства

Зиланов В.К. – кандидат биологических наук,  
действительный член МАНЭБ, профессор, почетный доктор  
ФГБОУ ВО «МГТУ», председатель КС «Севрыба»  
Кокорев Ю.И. – кандидат экономических наук,  
Дворяниновский рыболовственный технологический  
Институт ФГБОУ ВО «АГТУ» Профессор кафедры  
гуманитарно-экономические дисциплины  
Мезенова О.Я. – доктор технических наук, профессор,  
почетный работник рыбного хозяйства, ФГБОУ ВО «КГТУ»  
Минько В.М. – доктор технических наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»  
Мерсель Йорг-Томас – доктор технических наук, профессор  
научно-исследовательской лаборатории (UBP GmbH),  
Альтгланцберг, Германия  
Орлова А.М. – доктор биологических наук, доцент,  
ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН»,  
заведующий лабораторией океанической ихтиофауны  
Островумен С.А. – доктор биологических наук,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, биологический факультет  
Павлов Д.С. – действительный член Российской академии  
наук; доктор биологических наук; заслуженный профессор  
МГУ имени М.В. Ломоносова, - научный руководитель  
Института проблем экологии и эволюции  
им. А. Н. Северцова РАН, заведующий лабораторией,  
главный научный сотрудник; научный руководитель  
кафедры ихтиологии Биологического факультета  
МГУ имени М.В. Ломоносова

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

Харенек Е.Н. – доктор технических наук, заместитель  
директора по научной работе ФГБНУ «ВНИРО»  
Хатунцов А.В. – кандидат экономических наук,  
начальник ФГБУ «ЦУРЭН»  
Чернышков П.П. – доктор географических наук,  
профессор, кафедра географии океана  
Института живых систем Балтийского федерального  
университет им. Иммануила Канта

НАД ВЫПУСКОМ РАБОТАЛИ:  
Главный редактор: Филиппова С.Г.  
Менеджер по рекламе: Маркова Д.Г.  
Дизайн и вёрстка: Козина М.Д.

## РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

### 4 Муньков А.Н., Смирнов А.А.

Изучение биологических и экологических особенностей проявления  
болезней рыб при преподавании курса «Болезни рыб»

## ЭКОЛОГИЯ

### 7 Хованский И.Е., Млынар Е.В.

Экологическая эффективность мер по сохранению водных биоресурсов  
и среды их обитания: аспекты правового и экономического анализа

### 13 Любомирова В.Н., Романова Е.М., Романов В.В., Фазилов Э.Б.

Влияние абиотических факторов на показатели продуктивности  
*A. var. Principalis* в аквакультуре

## ЭКОНОМИКА И БИЗНЕС

### 18 Бетин О.И., Титова Г.Д. Становление экономики Мирового океана

## БИОРЕСУРСЫ И ПРОМЫСЕЛ

### 24 Пожинская И.А., Боркин И.В., Богданов Д.В., Хозяйкин А.А.

Уловы и биологические показатели шпрота (*Sprattus sprattus balticus*,  
Clupeidae) в российских водах Финского залива на современном этапе

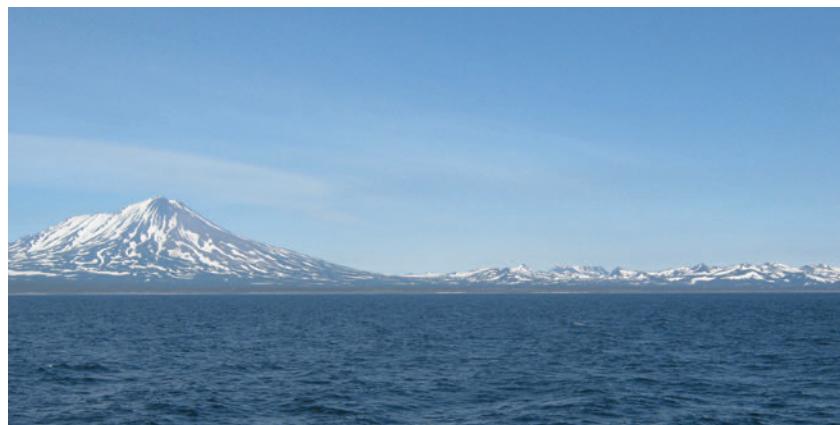


**32 Воронков В.Б., Давыдова О.А.** Количество характеристики  
гидробионтов и молоди рыб шельфовой зоны Северного Сахалина  
(обзор). Часть 1.

### 39 Тригуб А.Г., Медянкина М.В., Глебова И.А., Хайрулина Т.П.

Изучение состояния зоопланктона, ихтиопланктона и зообентоса  
в акватории Азовского моря в позднеосенний период 2021 года

**50 Болдырев В.З., Бадаев О.З., Матросова И.В., Шабельский Д.Л.,  
Солодовников С.А.** Северо-Курильская зона: состояние ресурсов  
и промысла в 2000-2021 годы



**59 Млынар Е.В., Хованский И.Е., Смирнов А.А.** Экологические  
особенности корюшечек, обитающих в Хабаровском крае, и перспективы  
их промысла



## ВНУТРЕННИЕ ВОДОЕМЫ

**65** Веснина Л.В., Веснин Ю.А., Романова Н.С., Морузи И.В. Роль солоноватоводной фауны и состояние биоресурса экосистемы гипергалинного озера Куулундинское в фазе трансгрессии (Алтайский край)

**73** Гончаров С.М., Попов С.Б., Петерфельд В.А., Базов А.В., Ключарева Н.Г. Гидроакустическая оценка запасов байкальского омуля (*Coregonus migratorius*) по результатам двухлетних исследований в весенне-летний период 2021 и 2022 годов

## АКВАКУЛЬТУРА И ВОСПРОИЗВОДСТВО

**80** Seafood Expo Russia: аквакультура на главной отраслевой выставке

**83** Хованская Л.Л., Песляк Д.В., Оглы А.А., Смирнов А.А. Особенности технологии искусственного разведения кеты (*Oncorhynchus keta*) в условиях частного лососеводства в Магаданской области

**91** Зеленников О.В., Мякишев М.С. Научно-производственная компания «АКВАТЕХ» новый лидер в производстве стартовых кормов для молоди тихоокеанских лососей

**96** Шиндавина Н.И., Моеев А.Г., Никандров В.Я. Эффективность использования солевого раствора при искусственном осеменении икры радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (Waibaum, 1972) и ладожской палии *Salvelinus alpinus lepechini* (Gmelin, 1788)

## ТЕХНИКА РЫБОЛОВСТВА И ФЛОТ

**101** Осипов Е.В. Моделирование процессов выборки ловушечных крабовых порядков с больших глубин

**104** Бабинцев А.Ю., Сукиннов В.А., Минько В.М., Дятченко С.В. Оценка рисков безопасности промысловых схем

## ТЕХНОЛОГИЯ

**109** Подкорытова А.В., Рошина А.Н., Котельникова Л.Х., Родина Т.В. *Saccharina japonica* – её технохимическая характеристика для применения в технологии пищевых и лечебно-профилактических продуктов

## СВЕТЛАЯ ПАМЯТЬ

**116** Петр Трифонович Саранчук (20.07.1940 – 18.01.2023)

## Уважаемые авторы!

Все публикуемые статьи имеют DOI. Просьба при ссылках указывать идентификатор статьи и журнала. Это повышает рейтинг издания и автора.

Журнал «Рыбное хозяйство» выходит один раз в два месяца (6 выпусков в год) на русском языке с англоязычными рефератами и списком литературных источников.

Подписку на журнал можно оформить как через подписные агентства, так и через редакцию. При оформлении через редакцию, в любой временной период года, возможно получение всех вышедших номеров (№№1-6).

На сайте журнала [fisheriesjournal.ru](http://fisheriesjournal.ru) есть вся необходимая информация, там представлены номера за текущий год, а также – архив выпусков за предыдущие годы в полном объеме.

Все статьи, предоставленные для публикации, направляются на рецензирование. Не принятые к опубликованию статьи не возвращаются. При перепечатке ссылка на «Рыбное хозяйство» обязательна. Мнение редакции не всегда совпадает с позицией авторов публикаций.

Ответственность за достоверность изложенных в публикациях фактов и правильность цитат несут авторы. За достоверность информации в рекламных материалах отвечает рекламодатель. Редакция оставляет за собой право, в отдельных случаях, изменять периодичность выхода и объем издания.

Журнал «Рыбное хозяйство» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

### Свидетельство о регистрации:

ПИ № ФС77-48529 от 13.02.2012

Цена – свободная

Тираж – от 500 экз.

Подписной индекс журнала: 73343, 11116

Подписано в печать: 14.04.2023. Формат: 60x88 1/8

Адрес редакции: 125009, Москва, Большой Кисловский пер., д. 10, стр. 1.

Тел./факс: 495-699-99-00. Тел. 495-699-87-11

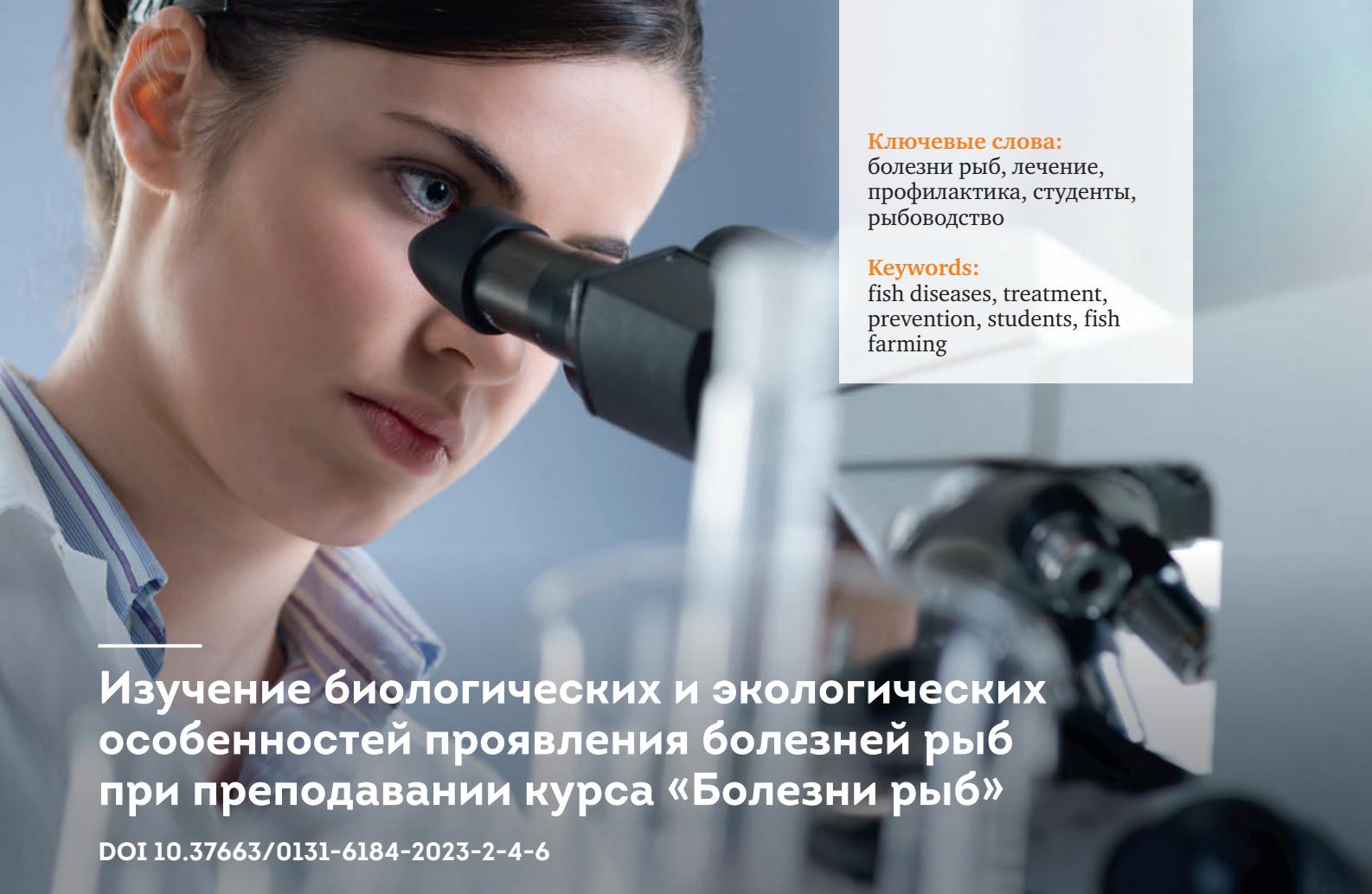
E-mail: [filiippova@fisheriesjournal.ru](mailto:filiippova@fisheriesjournal.ru); [rh-1920@mail.ru](mailto:rh-1920@mail.ru)

Сайт: [www.fisheriesjournal.ru](http://www.fisheriesjournal.ru)

© ФГБУ «ЦУРЭН», 2016

The magazine «Rybnoe hoziaystvo» («Fisheries») is published once every two months (6 issues per year) in Russian with English-language abstracts and a list of literary sources. All articles, submitted for publishing, should undergo the reviewing procedure. We do not return the declined articles. The reference for «Rybnoe hoziaystvo» («Fisheries») journal is necessary when reproduced. The position of the Editorial Board may not coincide to the position of authors. Authors are responsible for recited facts and quotations correctness. The advertiser is responsible for the reliability of advertising material. The editorial Board reserves the right to change the periodicity of issues publishing. You can subscribe to the magazine either through subscription agencies or through the editorial office. When registering through the editorial office, in any time period of the year, you can get all published issues (#1-6). On the website of the magazine [fisheriesjournal.ru](http://fisheriesjournal.ru) you can get all the necessary information, there are numbers for the current year, as well as an archive of issues for previous years in full.

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «ПРИНТ МАСТЕР» Юр. адрес: 111250, г. Москва, ул. Лефортовский Вал, д. 24, подвал пом. IV, комн. 5, офис 71, тел.: 8 (8332) 228-297.



**Ключевые слова:**  
болезни рыб, лечение,  
профилактика, студенты,  
рыбоводство

**Keywords:**  
fish diseases, treatment,  
prevention, students, fish  
farming

# Изучение биологических и экологических особенностей проявления болезней рыб при преподавании курса «Болезни рыб»

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-4-6

Кандидат биологических наук **А.Н. Муньков** – доцент кафедры биологии, генетики и разведения животных Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана (ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ»)

Доктор биологических наук доцент **А.А. Смирнов** – главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), профессор лаборатории точных и естественных наук Северо-Восточного государственного университета (ФГБОУ ВО «СВГУ»)

@amunkov@yandex.ru;  
andrsmir@mail.ru

## STUDY OF BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL FEATURES OF THE MANIFESTATION OF FISH DISEASES DURING THE TEACHING OF THE COURSE «FISH DISEASES»

Candidate of Biological Sciences A.N. Munkov – Associate Professor of the Department of Biology, Genetics and Animal Breeding of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman (Kazan GAVM)

Doctor of Biological Sciences Associate Professor A.A. Smirnov – Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Professor of the Laboratory of Exact and Natural Sciences of the Northeastern State University (SVSU)

Information is given about the need to study the biological and ecological features of the manifestation of fish diseases when teaching the course «Fish diseases», in connection with the new conditions of industrial fish farming.

В докладе ФАО ООН «Состояние мирового рыболовства и аквакультуры...» говорится, что в 2020 г. общий объем продукции рыболовства и аквакультуры достиг 214 млн т, включая 178 млн т водных животных и 36 млн т водорослей, что в значительной степени стало следствием развития аквакультуры [1].

При этом известно, что при росте мирового производства рыбы и морепродуктов, выпуск продукции аквакультуры возрастает опережающими темпами [2].

В Российской Федерации одной из важнейших задач, поставленных Доктриной продовольственной безопасности, является

обеспечение населения высококачественной, доступной отечественной рыбной продукцией [3], и в ближайшие годы это, очевидно, будет достигаться за счет роста прудового рыбоводства, однако необходимо помнить, что рыбы часто подвержены различным заболеваниям. Болезни рыб, обитающих в естественных и искусственных водоемах, наносят существенный ущерб рыбному хозяйству, а в современном рыбоводстве эта проблема встает особенно остро, требуя различных видов лечения [4].

Заболевания различной природы могут за короткий интервал времени уничтожить значитель-

ную часть (иногда до 100%) рыб, которые выращиваются в прудах или садках [5].

В связи с этим, необходимо осуществлять постоянный контроль состояния здоровья рыб, численности возбудителей и проводить разработку мероприятий, которые предотвращают возникновение заболеваний и снижают ущерб от них. Такие мероприятия выполняют ветеринарные врачи-ихтиопатологи.

С целью подготовки высококвалифицированных специалистов по болезням рыб для различных регионов РФ, на кафедре биологии, генетики и разведения животных ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ» для студентов факультета ветеринарной медицины преподается курс «Болезни рыб».

При преподавании этого курса особое внимание уделяется изучению биологических и экологических особенностей проявления болезней рыб.

Отмечается такая особенность, как невозможность индивидуального обследования и лечения отдельной особи, что вызывает необходимость применять методы выборочного обследования и группового лечения стада, в котором отмечены заболевшие рыбы [6].

В лекциях подчеркивается, что в водоемах борьба с возбудителями болезней затруднена, так как они или их промежуточные хозяева постоянно находятся в воде рыбоводного сооружения, поступают из источников водоснабжения, либо передаются от больных рыб к здоровым, т.к. рыбы находятся вместе.

Студентам рассказывают о том, что основной упор, при планировании оздоровительных работ в неблагополучных рыбоводных хозяйствах, следует делать на проведении профилактики, связанной с недопущением заноса возбудителей, при выполнении различных рыбоводных мероприятий и перевозок рыб, а также о необходимости правильного подбора объектов рыбоводства, с учетом существующей эпизоотической обстановки.

При преподавании курса «Болезни рыб» в Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» руководствуются федеральным государственным стандартом высшего образования 3++. Согласно этому стандарту, студенты должны овладеть следующими компетенциями:

**ПК-1.** Способен использовать общепринятые и современные методы исследования для проведения клинического обследования животных с целью установления диагноза. По этой компетенции студенты должны:

**Знать:**

- методику сбора анамнеза жизни и болезни рыб;
- факторы жизни животных, способствующие возникновению инфекционных и неинфекционных заболеваний;
- этиологию и патогенез заболеваний рыб;
- общепринятые критерии и классификации заболеваний рыб, перечни болезней рыб, утвержденные в установленном законодательством Российской Федерации порядке;

Приводятся сведения о необходимости изучения биологических и экологических особенностей проявления болезней рыб при преподавании курса «Болезни рыб», в связи с возникшими новыми условиями промышленного рыбоводства.

**Уметь:**

- осуществлять сбор и анализ информации о происхождении и назначении рыб, способе и условиях содержания, кормлении (анамнез жизни животных);
- осуществлять сбор и анализ информации о возникновении и проявлении заболеваний рыб, ранее перенесенных заболеваниях, эпизоотологической обстановке (анамнез болезни животных);
- устанавливать предварительный диагноз на основе анализа анамнеза и клинического обследования общими методами;
- отбирать пробы биологического материала рыб для проведения лабораторных исследований;
- осуществлять интерпретацию и анализ данных лабораторных методов исследования рыб для установления диагноза;
- осуществлять постановку диагноза в соответствии с общепринятыми критериями и классификациями, перечнями заболеваний рыб;
- пользоваться специализированными информационными базами данных для диагностики заболеваний рыб;

**Владеть:**

- методиками сбора анамнеза жизни и болезни рыб для выявления причин возникновения заболеваний и их характера;
- методиками постановки диагноза на основе анализа данных анамнеза, общих, специальных (инструментальных) и лабораторных методов исследования;

**ПК-2.** Способен проводить мероприятия по лечению животных, больных инфекционными, паразитарными и незаразными заболеваниями. По этой компетенции студенты должны:

**Знать:**

- методы медикаментозного лечения больных рыб, показания к их применению, в соответствии с методическими указаниями, инструкциями, наставлениями, правилами диагностики, профилактики и лечения животных;
- государственный реестр лекарственных средств для ветеринарного применения;
- фармакологические и токсикологические характеристики лекарственного сырья, лекарственных препаратов химической и биологической природы, биологически-активных добавок для профилактики и лечения болезней рыб различной этиологии;

**Уметь:**

- пользоваться специализированными информационными базами данных при выборе способов лечения заболеваний рыб;
- вводить лекарственные препараты при лечении заболеваний рыб различными способами;

- пользоваться специальным оборудованием при проведении лечебных обработок, в соответствии с инструкциями по его эксплуатации;

**Владеть:**

- методикой разработки плана лечения болезней рыб на основе установленного диагноза и индивидуальных особенностей животных;

**ПК-3.** Способен организовать мероприятия по предотвращению возникновения незаразных, инфекционных и паразитарных болезней для обеспечения устойчивого здоровья животных. По этой компетенции студенты должны:

**Знать:**

- методы сбора и анализа информации при ветеринарном планировании;
- рекомендуемые формы плана противоэпизоотических мероприятий;
- виды противоэпизоотических мероприятий и требования к их проведению, в соответствии с методическими указаниями, инструкциями, наставлениями, правилами диагностики, профилактики и лечения болезней рыб;

**Уметь:**

- осуществлять сбор и анализ информации, в том числе – данных ветеринарной статистики, необходимой для планирования профилактических противоэпизоотических мероприятий;
- оценивать влияние условий содержания и кормления рыб на состояние их здоровья, в рамках реализации планов мероприятий по профилактике заболеваний животных;
- проводить беседы, лекции, семинары для работников организаций с целью разъяснения принципов работы по профилактике заболеваний рыб;

**Владеть:**

- правилами сбора и анализа информации, в том числе – данных ветеринарной статистики, необходимой для планирования профилактических противоэпизоотических мероприятий;
- методами оценки влияния условий содержания и кормления рыб на состояние их здоровья, в рамках реализации планов мероприятий по профилактике заболеваний животных.

Знание биологических и экологических особенностей возбудителей болезней рыб позволит студентам – будущим ветеринарным ихтиопатологам определить основные направления по оздоровлению рыбного стада в различных рыбоводных хозяйствах.

Студентам необходимо помнить, что практически любой возбудитель может стать причиной возникновения болезни, при создании для него благоприятных условий, которые часто возникают в результате хозяйственной деятельности человека.

Акцентируется, что проявление инфекционных и инвазионных заболеваний рыб может быть связано и с наличием таких неблагоприятных факторов среды, как резкие перепады температуры воды, переуплотненные посадки, пониженное содержание кислорода, частые биотехнические манипуляции с рыбой.

В ходе ведения курса показывается, что из-за стресс-факторов наблюдаются случаи несвой-

ственного некоторым паразитам нарушения специфичности. Для нейтрализации действия стресс-факторов нужно не только оптимизировать показатели водной среды, исключать технологические приемы, вызывающие ранение рыбы и применять полноценные, обогащенные минерально-витаминными добавками корма, но и использовать специальные медикаментозные препараты седативного действия для снижения отрицательного влияния стресс-факторов.

Таким образом, особое внимание, уделяемое биологическим и экологическим проявлениям болезней рыб при преподавании курса «Болезни рыб», позволит подготовить высококвалифицированные кадры, которые смогут успешно работать в промышленном рыбоводстве агропромышленного комплекса России.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Вклад в работу авторов: А.Н. Муньков – идея статьи, подготовка текста; А.А. Смирнов – обзор литературы, редакция и корректировка текста.*

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: A.N. Munkov – the idea of the article, the preparation of the text; A.A. Smirnov – literature review, revision and correction of the text.*

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. На пути к «голубой» трансформации. – Рим: ФАО. – 2022. <https://doi.org/10.4060/cc0463ru>. (дата обращения: 06.03.2023).
1. The state of world fisheries and aquaculture. On the way to the "blue" transformation. – Rome: FAO. – 2022. <https://doi.org/10.4060/cc0463ru>. (accessed: 06.03.2023).
2. Хохлова, Н.Ф. Тенденции развития рыбоводства и рыболовства в России / Н.Ф. Хохлова // Вестник МФЮА. – 2021. – № 4. – С. 1096-119.
2. Khokhlova, N.F. Trends in the development of fish farming and fishing in Russia / N.F. Khokhlova // Bulletin of the MFUA. – 2021. – No. 4. – Pp. 1096-119.
3. Соколов А.В. Современное состояние и тенденции развития рыбобохозяйственного комплекса России / А.В. Соколов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. – 2019. – № 4 – С. 36-48.
3. Sokolov A.V. The current state and trends in the development of the fisheries complex of Russia / A.V. Sokolov // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex-healthy food products. – 2019. – No. 4 – Pp. 36-48.
4. Голенева, О.М. Лечение паразитарных заболеваний рыб в аквакультуре / О.М. Голенева, Е.В. Федорова, Т.М. Шленкина, Е.М. Романова // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные достижения ветеринарной медицины и биологии – в сельскохозяйственное производство». – Уфа, 2014. – С. 47-51.
4. Goleneva, O.M. Treatment of parasitic diseases of fish in aquaculture / O.M. Goleneva, E.V. Fedorova, T.M. Shlenkina, E.M. Romanova // Materials of the II All-Russian scientific and practical conference with international participation "Modern achievements of veterinary medicine and biology – in agricultural production". – Ufa, 2014. – Pp. 47-51.
5. Дегтярик, С. Болезни – «подводные камни» рыбоводства / С. Дегтярик, О. Марцуль // Наука и инновации. – 2020. – №3. – С. 24-28.
5. Degtyarik, S. Diseases – "pitfalls" of fish farming / S. Degtyarik, O. Martsul // Science and Innovation. – 2020. – No. 3. – Pp. 24-28.
6. Головина Н.А. Ихтиопатология. / Н.А. Головина, Ю.А. Стрелков, В.Н. Воронин, П.П. Головин [и другие]. – М.: Мир, 2003. – 448 с.
6. Golovina N.A. Ichthyopathology. / N.A. Golovina, Yu.A. Strelkov, V.N. Voronin, P.P. Golovin [and others]. – Moscow: Mir, 2003. – 448 p.

# Экологическая эффективность мер по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания: аспекты правового и экономического анализа

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-7-12

Доктор биологических наук  
**И.Е. Хованский** – Председатель  
 Межрегиональной общественной  
 Организации «Социально-  
 Прогрессивный Альянс научно-  
 теоретического и практического  
 содействия социально-  
 экономическому и культурному  
 росту регионов «Рост Регионов»  
 (МРОО «Рост Регионов»);

Кандидат биологических наук  
**Е.В. Млынар** – Заведующий  
 кафедрой биологии  
 и генетики Дальневосточного  
 государственного медицинского  
 университета (ФГБОУ  
 ВО «ДВГМУ» Минздрава  
 России), Руководитель  
 Научно-экспертного отдела  
 Межрегиональной общественной  
 организации «Социально-  
 Прогрессивный Альянс научно-  
 теоретического и практического  
 содействия социально-  
 экономическому и культурному  
 росту регионов «Рост Регионов»  
 (МРОО «Рост Регионов»)

ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF MEASURES FOR THE CONSERVATION  
 OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES AND THEIR HABITAT: ASPECTS  
 OF LEGAL AND ECONOMIC ANALYSIS

Doctor of Biological Sciences I.E. Khovansky – Chairman of the Interregional public Organization "Socio-Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance to Socio-economic and Cultural Rising of Regions "Rising of Regions" (MROO "Rising of Regions"); Candidate of Biological Sciences E.V. Mlynar Head of the Department of Biology and Genetics of the Far Eastern State Medical University (Far Eastern State Medical University "DVSMU" of the Ministry of Health of Russia), Head of the Scientific and Expert Department of the Interregional public Organization "Socio-Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance to Socio-economic and Cultural Rising of Regions "Rising of Regions" (MROO "Rising of Regions")

Based on the analysis of the regulatory framework and economic assessments, the ongoing measures to prevent and minimize damage to aquatic biological resources, as well as their natural habitat, are analyzed. On the example of the Amur Region, it is shown that the selected measures related to the artificial reproduction of carp are not effective and require significant adjustments.

## Ключевые слова:

бассейн реки Амур, Амурская область, компенсационные мероприятия, сазан, кета, экологический ущерб

## Keywords:

Amur River basin, Amur region, compensatory measures, carp, chum salmon, environmental damage

@ mlynar@bk.ru; ikhovansky@mail.ru

Необходимость предотвращения и минимизации ущерба водным биологическим ресурсам, а также среде их естественного обитания, является одним из основных принципов, на которых основывается регулирующая нормативно-правовая база в части сохранения природных объектов от антропогенных воздействий [1-7]. Согласно Федеральному закону от 20 декабря 2004 года № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (далее также – Закон о рыболовстве) [7], сохранение водных биоресурсов – это их поддержание или восстановление до уровней, при которых могут быть обеспечены максимальная устойчивая добыча (вылов) водных биоресурсов и их биологическое разнообразие. Закон о рыболовстве также определяет основные меры, связанные с сохранением ВБР, а порядок их осуществления определяется Правительством Российской Федерации.

Статья 16 Федерального закона от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [6] определяет, что **плата за негативное воздействие на окружающую среду**, зачисленная в бюд-

жеты бюджетной системы Российской Федерации, направляется, в том числе, на **мероприятия по предотвращению и (или) снижению негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, сохранению и восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности**. При этом под экологической безопасностью, в первую очередь, подразумевается функционирование естественных экосистем.

Исходя из изложенного, можно заключить, что одной из основных функций компенсационных мероприятий должно быть сохранение и поддержание экологического баланса природной среды, то есть сохранение фауны и населения экосистем в стабильном состоянии [8]. В статье 2 Федерального закона от 20 декабря 2004 года № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» [7] среди основных принципов законодательства о рыболовстве и сохранении водных биоресурсов указан принцип приоритета сохранения ВБР и их

рационального использования перед использованием их в качестве объекта права собственности. Во второй статье Закона о рыболовстве указан также принцип приоритета сохранения особо ценных и ценных видов водных биоресурсов. Как следует из этих принципов, мероприятия по их сохранению и максимальному предотвращению негативного воздействия на них, условия обитания и воспроизводства, а также компенсационные мероприятия (в случае негативного воздействия на водные биологические ресурсы) в первую очередь должны быть направлены на сохранение особо ценных и ценных видов ВБР, с учетом значимости и ценности этих ресурсов для природной экосистемы.

В свете основных приведенных и проанализированных нормативных положений необходимо остановиться на некоторых практических примерах, когда реальные факты соблюдения указанных принципов вызывают определенные сомнения. В частности, Амурская область является местом обитания ряда ценных и особо ценных видов рыб, к которым относятся: амурский осетр, калуга, амурская кета, сибирский таймень и др. Это не раз отмечалось исследователями в многочисленных публикациях [9-10]. Известно, что за последние годы р. Амур в значительной степени потеряла свое лидерство по добыче тихоокеанских лососей, и объем вылова кеты на нижнем Амуре (основное место промысла) за последние годы уменьшился более чем в 5 раз относительно предыдущего десятилетия [11].

В крупных водотоках верхнего и среднего Амура, кроме снижения промысловой рыбопродуктивности, произошло также значительное уменьшение видового разнообразия рыб, приведшее к возникновению ряда экосистемных проблем [12]. Эти изменения стали настолько велики, что привели к серьезному снижению численности видов. Необходимо принятие срочных мер, вплоть до внесения их в региональную Красную книгу [13]. Изменения коснулись также амурской кеты, которая и ранее, в пределах верхнего и среднего Амура, была немногочисленной [14], но в настоящее время стала исключительно редкой и получила, как и амурские осетровые, краснокнижный статус [12; 13; 15; 16]. При этом следует подчеркнуть, что упомянутые выше объекты, помимо своей высокой потенциальной ценности в качестве промыслового ресурса (как ценные и особо ценные виды), выполняют также значительную роль в трофической базе речных экосистем. Таким образом, в приоритете, при выполнении компенсационных мероприятий, хозяйствующим субъектам, а также государственным учреждениям, регулирующим и контролирующими данные виды деятельности, следует ориентироваться, прежде всего, на данные ценные и особо ценные виды.

В случае же, когда проведение компенсационных мероприятий невозможно по причине отсутствия ценного промыслового объекта, на наш взгляд, следует развивать местные производственные мощности для искусственного воспроизводства, на что также прямо указывает существующая нормативно-правовая база.

Например, пункт 32 Методики определения последствий негативного воздействия на состояние

На основе анализа нормативно-правовой базы и экономических оценок проанализированы осуществляемые мероприятия по предотвращению и минимизации ущерба водным биологическим ресурсам, а также среди их естественного обитания. На примере Амурской области показано, что выбранные мероприятия, связанные с искусственным воспроизводством сазана, не являются эффективными и требуют существенных корректировок.

водных биологических ресурсов и среды их обитания при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности, а также разработки мероприятий, направленных на восстановление нарушенного состояния биоресурсов и эти последствия устранивающих [3], среди прочего прямо гласит, что восстановительные мероприятия должны осуществляться посредством:

- искусственного воспроизводства водных биоресурсов;
- рыбохозяйственной мелиорации водных объектов (далее – рыбохозяйственная мелиорация);
- акклиматизации (реакклиматизации) водных биоресурсов и вселения (акклиматизации) кормовых организмов;
- создания новых производственных мощностей, обеспечивающих выполнение восстановительных мероприятий, реконструкции, капитального ремонта, расширения или технического перевооружения существующих производственных мощностей.

При этом, далее подробно уточняется, что создание новых производственных мощностей, обеспечивающих выполнение восстановительных мероприятий, расширение или модернизацию существующих мощностей, следует проводить в случае, если в районе планируемой деятельности (рыбохозяйственном бассейне) **необходимые производственные мощности отсутствуют**, уровень износа основных производственных фондов составляет более 60% или их количества недостаточно для проведения восстановительных мероприятий в полном объеме [3].

Таким образом, в случае проведения компенсационных мероприятий по Амурской области, где в настоящее время активно ведутся масштабные техногенные работы и отсутствует экологически обоснованное проведение полноценных работ по компенсации ущерба ценными видами рыб, не только по нашему мнению, но и с нормативных позиций, следует в первую очередь рассмотреть возможность организации местного рыбоводного предприятия.

Данное мнение подтверждается и мнениями других компетентных специалистов. Так, например, руководитель Хабаровского филиала ВНИРО Д.В. Коцюк с коллегами, при подготовке Красной книги Амурской области (вышла в свет в 2019 г.), в разделе, посвященном кете, обоснованно отметили, что на Амуре работают пять лососевых рыбо-

водных заводов (ЛРЗ) с общим объемом закладки икры более 100 млн икринок, но в пределах Амурской области ЛРЗ нет, поэтому **желательно строительство рыбоводного завода на территории области** [13]. Ранее, в 2014 г., экспертное мнение о необходимости строительства двух рыбоводных заводов в Амурской области высказывал и заведующий лабораторией биоресурсов Амура А.П. Шмигирилов [17].

В настоящее время строительство рыбоводного предприятия в пределах Амурской области еще более необходимо из-за произошедшего резкого снижения численности кеты в бассейне Амура в целом, о чем уже говорилось выше; при этом за последние три года ежегодный общий объем закладки икры кеты для искусственного воспроизводства не превышал 60 млн шт., что почти вдвое меньше, чем в начале 2010-х годов. Рыбоводный завод мог бы стать центром развития отрасли аквакультуры в регионе, мог бы заниматься воспроизводством не только кеты, но и других ценных видов рыб.

В связи с этим крайне непонятной, как для специалистов, так и для всего населения Приамурья, становится позиция уполномоченных структур по разработке и согласованию мероприятий по компенсации ущерба малоценными для Амура видами. Например, в 2020-2023 гг., согласно утвержденным планам искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов, в водных объектах рыбохозяйственного значения Амурской области в подавляющем большинстве случаев (более 90% выпуска) в качестве объекта компенсации использовался сазан (соответствующие 39 приказов Амурского территориального управления Росрыболовства с 02.09.2019 по 13.02.2023 опубликованы на официальном сайте <https://www.atu-fishcom.ru/aquaculture/>).

При этом молодь сазана составила 96,4% от общего количества, запланированной к выпуску 5-граммовой молоди, или 923 384 шт., тогда как молодь амурского осетра – всего 3,6%, или 34 521 штук. Молодь других видов вовсе не планировалась к выпуску. Сазан планировался также при компенсационных мероприятиях в Еврейской автономной области.

Возвращаясь к Амурской области, следует отметить, что в верхнем течении Амура обитает несколько видов рыб, значительно более ценных в промысловом отношении, чем сазан *Cyprinus rubrofuscus* (Lacepède, 1803). В первую очередь это, как оговаривалось выше, амурские осетровые рыбы: калуга *Huso dauricus* (Georgi, 1775) и амурский осетр *Acipenser schrenckii* (Brandt, 1869), а также кета *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792). По факту, стабильного и удовлетворительного состояния популяций этих особо ценных и ценных видов не наблюдается в регионе уже несколько последних десятилетий. Кроме того, из опубликованных материалов общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних водах Хабаровского края, Амурской области и Еврейской автономной области [18; 19], можно заключить, что в настоящее время в рыбоводных объектах Амурской области сазан не является объектом ОДУ,

но здесь выделено 9 объектов прогнозирования жилих пресноводных промысловых видов рыб. Это такие виды, как щука *Esox reicherti* (Dybowski, 1869), сом пресноводный *Silurus asotus* (Linnaeus, 1758), налим *Lota lota* (Linnaeus, 1758), ленки: ленок острорылый *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773) и ленок тупорылый *Brachymystax tumensis* (Mori, 1931), хариусы: хариус нижнеамурский *Thymallus tugarinae* (Knizhin, Antonov, Safronov&Weiss, 2007) и хариус верхнеамурский *Thymallus grubii* (Dybowski, 1869), конь-губарь *Hemibarbus labeo* (Pallas, 1776), желтопер *Xenocypris macrolepis* (Bleeker, 1871), язь *Leuciscus waleckii* (Dybowski, 1869) и карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1784). При этом в последнее время суммарное ОДУ на Амурскую область составляло менее 60 т, что в 10 раз ниже вылова рыб в 1960-е годы только в одном из водоемов области – на р. Аргунь [20].

Исходя из данного перечня, становится не совсем понятным, почему в разрез с хозяйственной ценностью объекта и его значимостью для экосистем в качестве объекта компенсации выбран именно сазан. Хорошо известно, что сазан, или его одомашненная форма карп, является одним из основных мировых объектов аквакультуры, играет важнейшую роль в прудовом и садковом рыбоводстве. Однако имеются научные данные о серьезной инвазивной опасности сазана из-за его высокой репродуктивной способности и особенностей добывания пищи. Когда нет или слишком мало естественных хищников, рыбы этого вида могут значительно влиять на свою новую среду обитания, разрушать и поедать подводную растительность, нанося серьезный ущерб местным водоплавающим птицам и популяциям рыб [21]. Тем не менее компенсационные мероприятия, связанные с выпуском инвазивного сазана в водоемы Амурской области, широко рекламируются их организаторами и отражаются в СМИ [17; 22-27], причем в отсутствие сведений об эффективности этих мероприятий.

На территории Амурской области (бассейн верхнего Амура) обитают несколько десятков видов рыб, среди которых, помимо особо ценных осетровых, весьма широко представлено семейство лососевых. В частности, кроме кеты, занесенной в Красную книгу Амурской области, и указанных выше хариусов, встречаются такие виды, как таймень *Hucho taimen* (Pallas, 1773) и сиг-хадары *Coregonus chadary* (Dybowski, 1862), ценность которых, вне сомнения, гораздо выше ценности сазана.

Следовало бы до начала работ с сазаном рассмотреть для искусственного воспроизводства, в том числе, указанные виды. Тем более, что при обращениях заинтересованных пользователей и предпринимателей в государственные структуры по поддержке искусственного разведения карповых рыб в бассейне Амура они получают однотипные ответы, что согласно мнению Хабаровского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ХабаровскНИРО): «Выращивание рыб с белым мясом (в том числе карповых) в бассейне реки Амур не является актуальным, так как данные виды не освоены даже промыслом. Освоение рекомендованных объемов вылова этих видов в последние годы держится на уровне 58-78 процентов» (письмо Законодательной думы Ха-

баровского края от 25.01.2022 № 3.3.34-141). Или другое созвучное мнение: «По информации ХабаровскНИРО, в настоящее время выращивание карповых и других частиковых рыб Амура в рамках искусственного воспроизводства малоперспективно по причине высокой численности данных видов и низкого освоения рекомендуемых объемов их вылова (2018 г. – 63%, 2019 г. – 29,6%, 2021 г. – 14,1%), а также по причине высокой себестоимости продукции товарной аквакультуры, обусловленной дороговизной кормов» (письмо Комитета рыбного хозяйства Правительства Хабаровского края от 19.09.2022 № К27-11-150-207). Выходит, что наука и государственные органы предупреждают предпринимателей о неэффективности работ с амурскими карпами, но для продолжения неэффективных мероприятий по компенсации сазана препятствий нет. Неудивительно, что, несмотря на регулярные выпуски молоди сазана, а также низкое промысловое освоение объекта, рекомендуемые наукой объемы вылова этого вида в Хабаровском крае и Еврейской автономной области уменьшаются (2020 г. – 132,0 т, 2021 г. – 121,5 т, 2022 г. – 108,6 т), а в Амурской области сазан до сих пор не включен в состав объектов прогноза [18; 19].

Таким образом, наблюдается парадокс: с одной стороны, карповые рыбы неактуальны в качестве объекта воспроизводства и, соответственно, компенсации, поскольку они **не осваиваются промыслом**, а с другой стороны, системой Росрыболовства проводится крупномасштабное использование данных видов для компенсационных мероприятий. Это не только общебиологическое, но и нормативное противоречие, поскольку, как разъяснялось выше, мероприятия по компенсации ущерба в первую очередь должны учитывать значимость и ценность биологических ресурсов для экосистем.

Отдельно следует отметить и стоимость продукции, выпускаемой в качестве объекта компенсации. Например, согласно информации, опубликованной на сайте Амурского филиала ФГБУ «Главрыбвод», стоимость выпускаемой молоди следующая: амурский осетр – 147 руб./шт., калуга – 149 руб./шт., сазан – 51 руб./шт., кета – 17 руб./шт. ([http://amrv.ru/files1/infuslugi/Pril13\\_prN266\\_30122021.pdf](http://amrv.ru/files1/infuslugi/Pril13_prN266_30122021.pdf)).

В соответствии с приложением 2 к Приказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 31 марта 2020 г. № 167 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам» (зарегистрирован в Минюсте 15.09.2020 № 59893), промысловый возврат от молоди кеты массой 0,5 г определен величиной 1,5%, а промысловый возврат от молоди сазана массой 5 г – 1,36% [2]. Несложный расчет показывает, что, при стоимости молоди кеты – 17 руб./шт., молоди сазана – 51 руб./шт., средней массе взрослой кеты – 3,5 кг, сазана – 1,7 кг, для получения возврата 1 т кеты потребуется 324 тыс. руб., а 1 т сазана – 2206 тыс. руб. То есть затраты на получение единицы продукции сазана почти в 7 (!) раз выше затрат по кете. При этом розничные цены на кету потрошеную свежемороженую в Хабаровске не менее чем в два раза выше, чем на сазана. С учетом получаемой икры разница цен на продукцию

еще более возрастает. Таким образом, экономическая эффективность мероприятий по искусственному воспроизводству сазана не идет ни в какое сравнение с эффективностью искусственного воспроизводства кеты.

Делая вывод об отсутствии как нормативных установок, так и какой-либо эколого-экономической целесообразности осуществляющей компенсации, можно предположить, что переориентирование на сазана связано, прежде всего, с нежеланием и отсутствием стимулов предпринимать дополнительные усилия по искусственному воспроизводству других, более ценных видов. Действительно, зачем, например, использовать длительный рыболовный цикл для воспроизводства молоди кеты (порядка 220 дней) и затрачивать ресурсы на корма, если менее чем за 30 дней можно получить молодь сазана? При этом за бортом остаются потенциальные конкуренты, хотя в целом создается негативная ситуация, при которой развитие рыболово-промышленного комплекса не только не поддерживается, но и всячески тормозится.

Как показывает практика, для восстановления численности ценных видов рыб не всегда требуется строительство громоздких сооружений. Как альтернативу можно использовать современные мобильные рыболовные модули различных типов [28; 29]. Причем компенсационные мероприятия могут включать в себя не только приобретение данного оборудования, но и одновременное проведение с его помощью рыболовных работ, направленных на компенсирование ущерба. К тому же, это потребовало бы привлечения трудовых ресурсов и создало бы дополнительные рабочие места в муниципальных образованиях, в том числе для представителей коренных народов, социальные вопросы которых в последнее время значительно обострились, в связи со снижением численности подхолов амурской кеты [30].

В свете изложенного хотелось бы вернуться к правовым понятиям, связанным с охраной окружающей среды. Понятие экологического ущерба вытекает из положений Конституции Российской Федерации и другой законодательно-правовой базы. Согласно ст. 42 Конституции РФ, каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением [31]. Экологическим правонарушением принято считать виновное, противоправное деяние (действие, бездействие), посягающее на установленный экологический правопорядок и причиняющее вред природной среде либо создающее реальную угрозу такого причинения. Вред – понятие более общее, нежели ущерб, так как включает в себя не только материальный, реальный ущерб, но и моральный вред – последствия противоправных действий стороной обязательства, повлекшие нравственные страдания конкретного лица. Следует подчеркнуть, что ущерб всегда носит имущественный, материальный характер, тогда как вред, помимо этого, может быть еще и моральным.

Таким образом, под экологическим вредом понимается любое ухудшение состояния окружающей среды, произошедшее вследствие нарушения правовых экологических требований. Составными частями экологического вреда являются ущерб, упущенная выгода и моральный вред. В описанной ситуации с осуществлением необоснованных компенсационных мероприятий явно просматриваются все составляющие экологического вреда, и задача ответственных структур состоит прежде всего в скорейшем принятии необходимых мер для ее исправления и корректировки, в том числе в части предотвращения и реального возмещения нанесенного ущерба.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Вклад в работу авторов: И.Е. Хованский – идея работы, подготовка введения, заключения, подготовка статьи, экономический анализ эффективности мероприятий, окончательная проверка статьи; Е.В. Млынар – подготовка статьи, сбор и анализ данных, правовой анализ и экологическая оценка.*

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: I.E. Khovansky – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, preparation of the article, economic analysis of the effectiveness of measures, final verification of the article; E.V. Mlynar – preparation of the article, data collection and analysis, legal analysis and environmental assessment.*

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ /

### REFERENCES AND SOURCES

1. Водный кодекс Российской Федерации от 03 июня 2006 № 74-ФЗ (ред. от 01.05.2022): принят Государственной Думой 12 апреля 2006, одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 // Собрание законодательства РФ. 05.06.2006. № 23. Ст. 2381.
1. Water Code of the Russian Federation No. 74-FZ of June 03, 2006 (as amended on 01.05.2022): adopted by the State Duma on April 12, 2006, approved by the Federation Council on May 26, 2006 // Collection of Legislation of the Russian Federation. 05.06.2006. No. 23. St. 2381.
2. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 31 марта 2020 № 167 (Зарегистрирован в Минюсте 15.09.2020 № 59893).
2. On approval of the Methodology for Calculating the Amount of Damage Caused to Aquatic Biological Resources: Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 167 dated March 31, 2020 (Registered with the Ministry of Justice on 09/15/2020 No. 59893).
3. Об утверждении Методики определения последствий при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния: Приказ Федерального агентства по рыболовству от 06 мая 2020 № 238 (Зарегистрирован в Минюсте 05.03.2021 № 62667).
3. On the approval of the Methodology for Determining the consequences during the construction, reconstruction, overhaul of capital construction facilities, the introduction of new technological processes and the implementation of other activities on the state of aquatic biological resources and their habitat and the development of measures to eliminate the consequences of negative impacts on the state of aquatic biological resources and their habitat, aimed at restoring their disturbed state: Order of the Federal Agency for Fisheries No. 238 dated May 06, 2020 (Registered with the Ministry of Justice on 03/05/2021 No. 62667).
4. О животном мире: Федеральный закон от 24 апреля 1995 № 52-ФЗ (ред. от 11.06.2021): принят Государственной Думой 22 марта 1995 // Собрание законодательства РФ. 24.04.1995. № 17. Ст. 1462.
4. On the animal world: Federal Law No. 52-FZ of April 24, 1995 (as amended on 06/11/2021): adopted by the State Duma on March 22, 1995 // Collection of Legislation of the Russian Federation. 04/24/1995. No. 17. St. 1462.
5. Об экологической экспертизе: Федеральный закон от 23 ноября 1995 № 174-ФЗ (ред. от 14.07.2022): принят Государственной Думой 19 июля 1995, одобрен Советом Федерации 15 ноября 1995 // Собрание законодательства РФ. 27.11.1995. № 48. Ст. 4556.
5. On Environmental expertise: Federal Law No. 174-FZ of November 19, 1995 (as amended on July 14, 2022): adopted by the State Duma on July 19, 1995, approved by the Federation Council on November 15, 1995 // Collection of Legislation of the Russian Federation. 27.11.1995. No. 48. St. 4556.
6. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 января 2002 № 7-ФЗ (ред. от 14.07.2022): принят Государственной Думой 20 декабря 2001, одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 // Собрание законодательства РФ. 14.01.2002. № 2. Ст. 133.
6. On Environmental protection: Federal Law No. 7-FZ of January 10, 2002 (as amended on 07/14/2022): adopted by the State Duma on December 20, 2001, approved by the Federation Council on December 26, 2001 // Collection of Legislation of the Russian Federation. 14.01.2002. No. 2. Article 133.
7. О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов: Федеральный закон от 20 декабря 2004 № 166-ФЗ (ред. от 29.12.2022): принят Государственной Думой 26 ноября 2004, одобрен Советом Федерации 08 декабря 2004 // Собрание законодательства РФ. 27.12.2004. № 52. Ст. 5270.
7. On fisheries and conservation of aquatic biological resources: Federal Law No. 166-FZ of December 20, 2004 (ed. of 12/29/2022): adopted by the State Duma on November 26, 2004, approved by the Federation Council on December 08, 2004 // Collection of Legislation of the Russian Federation. 27.12.2004. No. 52. St. 5270.
8. Хованский, И.Е. Практические вопросы создания и экологического мониторинга ООПТ. / И.Е. Хованский, Е.В. Млынар – Хабаровск: Изд-во МРОО «Рост Регионов», 2021. – 300 с.
8. Khovansky, I.E. Practical issues of creation and environmental monitoring of protected areas. / I.E. Khovansky, E.V. Mlynar – Khabarovsk: Publishing house of the MROO "Growth of Regions", 2021. – 300 p.
9. Новомодный, Г.В. Рыбы Амура: богатство и кризис. / Г.В Новомодный., С.Ф. Золотухин, П.О. Шаров – Владивосток: Апельсин, 2004. – 66 с.
9. Novomodny, G.V. Amur fish: wealth and crisis. / G.V. Novomodny, S.F. Zolotukhin, P.O. Sharov – Vladivostok: Orange, 2004. – 66 p.
10. Подольский, С.А. Бурейская ГЭС: зона высокого напряжения / С.А. Подольский, С.Ю. Игнатенко [и другие] / Под редакцией С.А. Подольского. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2005. – 80 с.
10. Podolsky, S.A. Bureyskaya HPP: high voltage zone / S.A. Podolsky, S.Y. Ignatenko [and others] / Edited by S.A. Podolsky. – M.: World Wildlife Fund (WWF), 2005. – 80 p.
11. Коцюк, Д.В. Итоги лососевой путины в Хабаровском крае в 2021 г. / Д.В. Коцюк, В.И. Островский, Е.В. Подорожнюк, Т.В. Козлова // Бюллетень №16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток: ТИНРО, 2022. – С. 30-36. DOI: 10.26428/losos\_bull16-2022-30-36
11. Kotsyuk, D.V. The results of salmon fishing in the Khabarovsk Territory in 2021 / D.V. Kotsyuk, V.I. Ostrovsky, E.V. Podorozhnyuk, T.V. Kozlova // Bulletin No. 16 of the study of Pacific salmon in the Far East. – Vladivostok: TINRO, 2022. – C. 30-36. DOI: 10.26428/losos\_bull16-2022-30-36
12. Горлачева, Е.П. Рыбное население бассейна реки Аргунь в условиях антропогенного воздействия / Е.П. Горлачева, А.В. Афонин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 10-2. – С. 273-281; URL: <https://appliedresearch.ru/ru/article/view?Id=7483> (дата обращения: 05.01.2023).
12. Gorlacheva, E.P. Fish population of the Argun river basin in conditions of anthropogenic impact / E.P. Gorlacheva, A.V. Afonin // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2015. – №. 10-2. – Pp. 273-281; URL: <https://appliedresearch.ru/ru/article/view?Id=7483> (accessed: 05.01.2023).
13. Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов: офици-

альный справочник / гл. ред. А.В. Сенчик, науч. ред. Е.И. Маликова. – Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2019. – 499 с.

13. *The Red Book of the Amur region: Rare and endangered species of animals, plants and fungi: official directory* / Chief Editor A.V. Senchik, scientific editor E.I. Malikov. – Blagoveshchensk: Publishing House of the Far Eastern State Agrarian University. un-ta, 2019. – 499 p.

14. Таранец, А.Я. Краткий очерк ихтиофауны бассейна Среднего Амура / А.Я. Таранец // Известия ТИНРО. – 1937. – Т. 12. – С. 51-69.

14. Taranets, A.Ya. A brief sketch of the ichthyofauna of the Middle Amur basin / A.Ya. Taranets // Izvestiya TINRO. – 1937. – Vol. 12. – Pp. 51-69.

15. Антонов, А.Л. Разнообразие рыб и структура ихтиоценозов горных водосборов бассейна Амура / А.Л. Антонов // Вопросы ихтиологии. – 2012. – Т. 52, № 2. – С. 184-194.

15. Antonov, A.L. Diversity of fish and structure of ichthyoecososes of mountain catchments of the Amur basin / A.L. Antonov // Questions of ichthyology. - 2012. – Vol. 52, No. 2. – Pp. 184-194.

16. Антонов, А.Л. Рыбы Амура / А.Л. Антонов, Е.И. Барабанчиков, С.Ф. Золотухин, И.Е. Михеев, М.Е. Шаповалов – Владивосток: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2019. – 318 с.

16. Antonov, A.L. Amur Fish. / A.L. Antonov, E.I. Barabanshchikov, S.F. Zolotukhin, I.E. Mikheev, M.E. Shapovalov – Vladivostok: World Wildlife Fund (WWF), 2019. – 318 p.

17. Северо-Западное территориальное управление Росрыболовства: в Зею выпустили несколько тысяч маленьких карпов и сазанов. 28 августа 2014 // <https://sztufar.ru/publications/2014-08-28/v-zeyu-vypustili-neskolko-tysach-malenkih-kaluzhat-i-sazanyat> (дата обращения: 24.02.2023).

17. North-Western Territorial Administration of Rosrybolovstvo: several thousand small kaluzhat and carp were released into the Zeya. August 28, 2014 // <https://sztufar.ru/publications/2014-08-28/v-zeyu-vypustili-neskolko-tysach-malenkih-kaluzhat-i-sazanyat> (accessed: 02/24/2023).

18. Сайт Хабаровского края: Материалы общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних водах Хабаровского края, Амурской области и Еврейской Автономной области, за исключением внутренних морских вод, на 2021 г. (с оценкой воздействия на окружающую среду). – Хабаровск, 2020. – 186 с. // <https://lazoadm.khabkrai.ru/?menu=getfile&id=16718> (дата обращения: 24.02.2023).

18. Website of the Khabarovsk Territory: Materials of the total allowable catch of aquatic biological resources in the internal waters of the Khabarovsk Territory, the Amur Region and the Jewish Autonomous Region, with the exception of internal sea waters, for 2021 (with an environmental impact assessment). – Khabarovsk, 2020. – 186 p. // <https://lazoadm.khabkrai.ru/?menu=getfile&id=16718> (accessed: 02/24/2023).

19. Сайт Хабаровского края: Материалы общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних водах Хабаровского края, Амурской области и Еврейской Автономной области, за исключением внутренних морских вод, на 2022 г. (с оценкой воздействия на окружающую среду). – 10 с. // [https://arh-adm.ru/Materials\\_2022%20g.\\_referat\\_пресные.pdf](https://arh-adm.ru/Materials_2022%20g._referat_пресные.pdf) (дата обращения: 24.02.2023).

19. Website of the Khabarovsk Territory: Materials of the total allowable catch of aquatic biological resources in the internal waters of the Khabarovsk Territory, the Amur Region and the Jewish Autonomous Region, with the exception of internal sea waters, for 2022 (with an environmental impact assessment). – 10 p. // [https://arh-adm.ru/Material\\_2022%20g.\\_referat\\_fresh.pdf](https://arh-adm.ru/Material_2022%20g._referat_fresh.pdf) (accessed: 02/24/2023).

20. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований: Горлачева Е.П. Рыбное население бассейна реки Аргунь в условиях антропогенного воздействия / Е.П. Горлачева, А.В. Афонин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 10-2. С. 273-281; URL: <https://appliedresearch.ru/ru/article/view?Id=7483> (дата обращения: 05.01.2023).

20. International Journal of Applied and Fundamental Research: Gorlaчева Е.П. Fish population of the Argun River basin in conditions of anthropogenic impact / E.P. Gorlaчева, A.V. Afonin // International Journal of Applied and Fundamental Research. 2015. No. 10-2. PP. 273-281; URL: <https://appliedresearch.ru/ru/article/view?Id=7483> (accessed: 05.01.2023).

21. Википедия: Сазан // [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сазан#Карпы\\_как\\_инвазивный\\_вид](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сазан#Карпы_как_инвазивный_вид) (дата обращения: 24.02.2023).

21. Wikipedia: Carp // [https://ru.wikipedia.org/wiki/Carp#Karpы\\_kak\\_invasivny\\_vid](https://ru.wikipedia.org/wiki/Carp#Karpы_kak_invasivny_vid) (date of treatment: 02/24/2023).

22. Fishnews.ru: В Зею заселился «компенсационный» сазан // FISHNEWS. 02 октября 2017 // <https://fishnews.ru/news/32207> (дата обращения: 24.02.2023).

22. Fishnews.ru: A "compensatory" carp has settled in the Zeya // FISHNEWS. 02 October 2017 // <https://fishnews.ru/news/32207> (date of address: 02/24/2023).

23. Новости Амурской области: Почти 270 тысяч мальков сазана выпустили в Зею на границе Свободненского и Мазановского районов // GZT-SV. 28 сентября 2018 // <https://www.gzt-sv.ru/news/99529-270-tysach-malkov-sazana-vypustili> (дата обращения: 24.02.2023).

23. News of the Amur region: Almost 270 thousand carp fry were released into the Zeya on the border of the Slobodnensky and Mazanovsky districts // GZT-SV. September 28, 2018 // <https://www.gzt-sv.ru/news/99529-270-tysach-malkov-sazana-vypustili> (accessed: 02/24/2023).

24. Амурская правда: Рекордное количество мальков выпустили в Зею этой осенью в Приамурье // Амурская правда. 05 октября 2018 // <https://ampravda.ru/2018/10/04/084646.html> (дата обращения: 24.02.2023).

24. Amurskaya Pravda: A record number of fry were released into the Zeya this autumn in the Amur region // Amurskaya Pravda. 05 October 2018 // <https://ampravda.ru/2018/10/04/084646.html> (date of address: 02/24/2023).

25. Известия: Около 177 тыс. мальков сазана выпустили в Зею в Амурской области // ИЗВЕСТИЯ-iz. 13 сентября 2019 // <https://iz.ru/921324/2019-09-13/okolo-177-tys-malkov-sazana-vypustili-v-zeiu-v-amurskoi-oblasti> (дата обращения: 24.02.2023).

25. Izvestia: About 177 thousand carp fry were released into the Zeya in the Amur region // IZVESTIA-iz. September 13, 2019 // <https://iz.ru/921324/2019-09-13/okolo-177-tys-malkov-sazana-vypustili-v-zeiu-v-amurskoi-oblasti> (accessed: 02/24/2023).

26. Федеральное агентство по рыболовству: Реку Зею вновь пополнили сазанами. 13 сентября 2019 // <https://fish.gov.ru/obzor-smi/2019/09/13/reku-zeya-vnov-popolnili-sazanami/> / offic. текст / Российская Федерация.

26. Federal Agency for Fisheries: The Zeya River was replenished with carp again. September 13, 2019 // <https://fish.gov.ru/obzor-smi/2019/09/13/reku-zeya-vnov-popolnili-sazanami/> / ofits. text / Russian Federation.

27. Новости города Свободный Амурская область: 15000 мальков сазана выпустили в реку Зея экологи Амурского ГПЗ // GZT-SV. 23 сентября 2021 // <https://www.gzt-sv.ru/news/173312-15-000-malkov-sazana-vypustili> (дата обращения: 24.02.2023).

27. News of the city of Slobodny Amur region: 15,000 carp fry were released into the Zeya River by environmentalists of the Amur GPP // GZT-SV. September 23, 2021 // <https://www.gzt-sv.ru/news/173312-15-000-malkov-sazana-vypustili> (date of application: 02/24/2023).

28. Патент на полезную модель RU 111978 U1, 10.01.2012. Комплекс для воспроизводства рыбы: Заявка № 2011120956/13 от 25.05.2011. / Хованский И.Е.

28. Utility model patent RU 111978 U1, 10.01.2012. Complex for fish reproduction: Application No. 2011/120956/13 dated 25.05.2011. / Khovansky I.E.

29. Патент на полезную модель RU 115619 U1, 10.05.2012. Мобильный рыболовный модуль. Заявка № 2011117849/13 от 05.05.2011. / Хованский И.Е.

29. Utility model patent RU 115619 U1, 10.05.2012. Mobile fish hatchery module. Application No. 2011117849/13 dated 05.05.2011. / Khovansky I.E.

30. Хованский, И.Е. Социально-психологические последствия и пути преодоления негативных диспропорций в рыбоземельном комплексе / И.Е. Хованский // Психология в странах АТР. Человеческий фактор развития. Дайджест – 2022 г. «Хабаровские ученые». – Хабаровск, 2022. – С. 29-35.

30. Khovansky, I.E. Socio-psychological consequences and ways to overcome negative imbalances in the fisheries complex / I.E. Khovansky // Psychology in the Asia-Pacific countries. The human factor of development. Digest – 2022 "Khabarovsk scientists". – Khabarovsk, 2022. – Pp. 29-35.

31. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020): офиц. текст / Российской Федерации. – <http://pravo.gov.ru/constitution/> (дата обращения: 24.02.2023).

31. The Constitution of the Russian Federation (adopted by popular vote on 12.12.1993 with amendments approved during the all-Russian vote on 01.07.2020): ofic. text / Russian Federation. – <http://pravo.gov.ru/constitution/> (accessed: 02/24/2023).

**Ключевые слова:**  
аквакультура, абиотические факторы, соленость, артемия, репродуктивный потенциал, выживаемость, стартовые живые корма

**Keywords:**  
aquaculture, abiotic factors, salinity, artemia, reproductive potential, survival, starter live feeds

## Влияние абиотических факторов на показатели продуктивности *A. var. Principalis* в аквакультуре

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-13-17

Кандидат биологических наук, доцент **В.Н. Любомирова** – доцент кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»;

Доктор биологических наук, профессор **Е.М. Романова** – профессор кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»;

Кандидат технических наук, доцент **В.В. Романов** – доцент кафедры «Информатика»;

аспирант **Фазилов Э.Б.** – кафедра «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура» –

Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина (ФГБОУ ВО «УлГАУ им. П.А. Столыпина»)

@ nvaselina@yandex.ru

### THE INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS ON THE PRODUCTIVITY INDICATORS OF *A. VAR. PRINCIPALIS* IN AQUACULTURE

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor V.N. Lyubomirova – Associate Professor of the Department of Biology, Ecology, Parasitology, Aquatic Bioresources and Aquaculture; Doctor of Biological Sciences, Professor E.M. Romanova – Professor of the Department of Biology, Ecology, Parasitology, Aquatic Bioresources and Aquaculture; Candidate of Technical Sciences, Associate Professor V.V. Romanov – Associate Professor of the Department of Computer Science; Postgraduate student E.B. Fazilov – Department of Biology, Ecology, Parasitology, Aquatic Bioresources and Aquaculture – *Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin* (FSUE VO "UlGAU named after P.A. Stolypin")

The work is devoted to the study of the influence of abiotic factors, primarily the salinity level on the productivity of artemia in aquaculture *in situ*. The problem is relevant, since in the last decade there has been an increase in global aquaculture production by 35%, which has led to an increase in the need for artemia cysts and the nauplia obtained from them. Due to the shortage on the world market of artemia cysts extracted in natural ecosystems and their high cost, there is a need to improve the methods of cultivating artemia in a closed cycle in an artificial ecosystem – in aquaculture. To develop effective methods of cultivating artemia *in situ*, it is important to know the production and morphological indicators of different types of artemia and its races in an artificially created environment. It is known that there is a wide ecological valence of the reproductive function of artemia in relation to varying environmental factors. One of the most important factors determining the reproductive potential of artemia is the salinity of the environment. The level of salinity of water has a great influence on the productivity of artemia crustaceans, both in the natural environment and in aquaculture. The aim of our study was to assess the reproductive potential of artemia and optimize the salinity of the environment to increase the reproductive potential in conditions of artificial breeding *in situ*. The results of the study showed that with an increase in the concentration of salt in the solution for the cultivation of the available artemia race – *A. var. Principalis*, – the proportion of synchronously fruiting females increased. When studying the absolute fertility of artemia, it was shown that an increase in the salinity level of the habitat at the reproductive age of females makes it possible to increase their absolute fertility when growing in a closed cycle in aquaculture.

## ВВЕДЕНИЕ

Уникальность представителей семейства *Artemiidae*, как кормового объекта, объясняется их не-прихотливостью и устойчивостью к действию неблагоприятных факторов. Высокая востребованность наутилий артемии, как живого стартового корма для объектов аквакультуры, обусловлена, прежде всего, их малыми размерами и питательной ценностью [1; 2].

Артемия, как важнейший кормовой объект, используемый в качестве стартовых кормов, находит свое применение не только для выращивания рыб, но и для других гидробионтов.

В России и за рубежом спрос на цисты артемии неизменно растет, в связи с интенсивным развитием аквакультуры. Дефицит качественных стартовых кормов для аквакультуры стимулирует развитие биотехнологий культивирования артемии по замкнутому циклу в условиях аквакультуры. Актуальность развития таких биотехнологий продиктована тем, что объемы добычи цист артемии в естественных экосистемах не покрывают запросы мирового рынка.

Чтобы обеспечить запросы аквакультуры в живых стартовых кормах *in situ* необходимо, основываясь на видовых и биологических особенностях существующих рас максимально оптимизировать условия культивирования артемии в искусственной экосистеме, для наиболее полной реализации генетического потенциала продуктивности [3-5].

По данным литературных источников, минимальные значения плодовитости отмечались при критических для выживаемости раков значениях солености воды, максимальные – при 150-160 и 250 г/дм<sup>3</sup> [5; 9].

В то же время высокая соленость воды приводила не только к снижению продолжительности жизни, но и к снижению скорости линейного роста артемии и к более позднему созреванию. При этом такой важный показатель, как репродуктивный потенциал, реализуемый через живорождение, с повышением солености снижался [6-8].

В работах, посвященных изучению продуктивности *A. salina* (Velasco, S.J. et al., 2018) отмечено отсутствие значимых различий в количестве кладок и промежутке между кладками, при этом наблюдалось увеличение живорождений от 1 генерации до 4 [10].

Нельзя исключить, что при снижении уровня солености в среде культивирования, по сравнению с уровнем солености материнского водоема, следует ожидать, в виде адаптивной реакции, увеличение живорождения, что повлечет в последующих генерациях увеличение биомассы раков на фоне снижения производства цист.

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют, что существует широкая экологическая валентность репродуктивной функции артемии, по отношению к варьирующим абиотическим факторам среды обитания [8-11].

Целью нашего исследования было изучение репродуктивных параметров *A. salina* при разных уровнях солености в искусственно созданной экосистеме.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В исследованиях использовались цисты артемии, произведенные ООО «Динат-Внешторг», которые, при культивировании по морфологическим признакам,

Работа посвящена изучению влияния абиотических факторов, в первую очередь – уровня солености на продуктивность артемии в аквакультуре *in situ*. Проблема актуальна, поскольку в последнее десятилетие наблюдается рост продукции мировой аквакультуры на 35 %, что привело к увеличению потребности в цистах артемии и получаемых из них наутилий. В связи с дефицитом на мировом рынке цист артемии, добываемых в естественных экосистемах и их высокой стоимостью, существует необходимость совершенствования способов культивирования артемии по замкнутому циклу в условиях искусственной экосистемы – в аквакультуре. Для разработки эффективных способов культивирования артемии *in situ* важно знать продукционные и морфологические показатели разных видов артемии и ее рас в искусственно созданной среде. Известно, что существует широкая экологическая валентность репродуктивной функции артемии по отношению к варьирующим факторам окружающей среды. Одним из наиболее важных факторов, определяющих репродуктивный потенциал артемии, является соленость среды. Уровень солености воды оказывает большое влияние на продуктивность раков артемии, как в природной среде, так и в аквакультуре. Целью нашего исследования являлась оценка репродуктивного потенциала артемии и оптимизация солености среды для повышения репродуктивного потенциала в условиях искусственного разведения *in situ*. Результаты исследования показали, что с повышением концентрации соли в растворе для культивирования, имеющейся у нас в наличии расы артемии – *A. var. Principalis*, – возрас- тала доля синхронно плодоносящих самок. При исследовании абсолютной плодовитости артемии показано, что повышение уровня солености среды обитания в репродуктивном возрасте самок позволяет повысить их абсолютную плодовитость при выращивании по замкнутому циклу в аквакультуре.

были идентифицированы как экоморфа (раса) *A. var. Principalis*.

Нами исследовалось влияние солености воды на репродуктивные характеристики артемии расы *A. var. Principalis* в аквакультуре. Чтобы стимулировать продукцию цист мы постепенно повышали уровень солености в культуральной среде для *A. var. Principalis*. Чтобы оптимизировать процесс культивирования были заложены три опыта.

В первом опыте группа половозрелых артемий выращивалась в культуральной среде с 9% NaCl, вторая группа половозрелых артемий – при содержании соли 12%, третья группа половозрелых артемий – в 15% растворе NaCl. Культивирование проводили при фиксированных остальных абиотических факторах: температура – 28°C, кислотность среды – pH 8,2, интенсивность освещения – 2000 люкс.

Определение репродуктивных параметров производили с помощью стереоскопического микроскопа

МБС-10. Отфильтрованный с помощью сита с мелкой ячейкой, раствор с содержимым (цисты, яйца и наутилиусы) пересаживали в отдельную емкость. Отбирали определенную долю выборки, помещали в камеру Богорова и производили подсчет. Такой же подсчет половых продуктов яиц, цист и наутилиусов производили и из яйцевых мешках самок. Результаты исследований подвергались традиционной биометрической обработке.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основная задача, решаемая в рамках данного исследования, ориентирована на повышение репродуктивного потенциала и производство цист артемии в условиях искусственного разведения.

Все виды артемии обитают в гипергалинных водоемах. Ведущий абиотический фактор, который оказывает решающее воздействие на запуск продукции цист артемии – это соленость водной среды.

В Казахстане в таких озерах как Маралды, Туз, Казы, Калатуз соленость достигает 250-300 г/л, а порогом выживаемости являются концентрации 360 г/л [2; 6]. Внешне артемии, обитающие при высоком содержании солей, отличаются от обитающих в водоемах с низким уровнем солености окраской кожных покровов [9].

Артемии – обитатели водоемов с низким уровнем соли – зеленоватые или прозрачные, а артемии – обитатели водоемов с высоким содержанием солей, приближающиеся к верхнему порогу допустимой концентрации солей, – оранжевые [8; 10].

В природе распространение и развитие артемии зависит от солености среды обитания. Влияние уровня солености на жизнедеятельность артемии приведе-



**Рисунок 1.** Артемия в стадии яйценошения

Figure 1. Artemia in the egg-bearing stage

**Таблица 1.** Природные популяции артемии при солёности (г/л) /  
**Table 1.** Natural populations of artemia at salinity (g/l)

Солёность, г/л	Результат влияния на артемию
30-400	Граница встречаемости раков
70-230	Популяция артемии нормально развивается
70-150	Оптимальная для наращивания биомассы раков
110-200	Оптимальная для продукции цист
30-50 и 250-400	Раки встречаются единично

но в таблице 1, приводится по Castro, M.J., 2013 [3; 5].

Имеющаяся у нас в разведении раса (экоморфа) артемии – зеленовато-прозрачная. По результатам наших исследований, наиболее высокий выклев наутилий у нее наблюдается при 3-6% содержании NaCl в культуральной среде. При этом уровне солености яйца у самок образовывались на 21 сутки. Популяция – партеногенетическая.

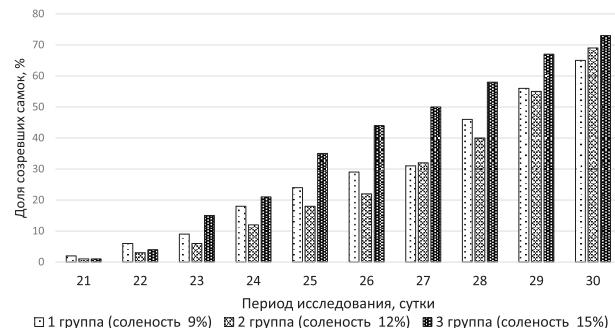
При благоприятных условиях развитие яиц полностью протекает в выводковом мешке (Рис. 1) и заканчивается яйцекроворождением: артемия выметывает или свободно плавающих наутилий, или яйца, в которых за несколько часов завершается эмбриогенез.

Если жизненные условия ухудшаются, яйцекроворождение прекращается и самки выметывают цисты (свыше 300 в течение одной-двух недель). Цисты окружены толстой непрозрачной многослойной оболочкой. На высохших цистах часто образуется вмятина, исчезающая при намокании.

Чтобы стимулировать продукцию цист мы постепенно повышали уровень солености в культуральной среде. С этой целью были заложены еще три дополнительных опыта. Спецификой этих трех опытов было постепенное, равномерное повышение уровня солености: в первом опыте – до 9%, во втором – до 12%, в третьем – до 15%.

В дальнейшем велись ежедневные наблюдения за самками, чтобы нарастающим итогом определять долю самок, у которых образовались яйца и рассчитывалось их среднее количество. Делалось это, чтобы определить продуктивность. Результаты исследований приведены на рисунках 2 и 3.

Анализ диаграммы, отражающей синхронное плодоношения самок при разных уровнях солености, показал, что этот процесс был наиболее выражен в тре-



**Рисунок 2.** Доля самок-носителей яиц в культуральной среде с разным уровнем солености

Figure 2. The proportion of female egg carriers in a culture medium with different levels of salinity



**Рисунок 3.** Артемии в стадии плодоношения. Яйцевой мешок с невыметанными яйцами

**Figure 3.** Artemia in the fruiting stage. Egg sac with unswept eggs

тъем опыте. Доля созревших самок в третьем опыте была самой многочисленной и составила  $73 \pm 1,6\%$  от общего количества в опыте.

Количество синхронно плодоносящих самок во втором опыте составило  $69 \pm 2,8\%$ , что ниже, чем в опыте с 15% уровнем соли. Разница статистически не достоверна.

Доля самок – носителей яиц в первом опыте при 9% концентрации NaCl, составила  $65\% \pm 2,2\%$ . В первом опыте прослеживалась тенденция снижения доли плодоносящих самок, по сравнению с опытами с более высоким уровнем солености.

Подытоживая, следует отметить, что для нашей экоморфы артемии, с повышением концентрации

NaCl в культуральной среде до 15%, возрастала доля синхронно плодоносящих самок. Выращивание артемии при разных уровнях солености воды влияет на ее репродуктивный процесс и его показатели.

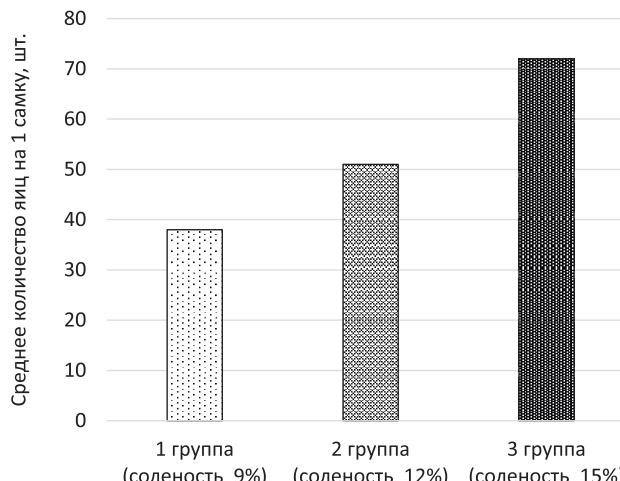
Согласно литературным данным, абсолютная плодовитость артемии колеблется в довольно широких пределах и составляет от 16 до 184 яиц [3]. Артемии в стадии плодоношения представлены на рисунке 3.

Проведенные исследования абсолютной плодовитости самок, имеющейся у нас в наличии экоморфы артемии, в зависимости от содержания соли в культуральной среде показали, что с повышением солености воды до 15% репродуктивная активность самок возрастала. Полученные результаты представлены на рисунке 4.

Результаты исследования плодовитости артемии показали, что в основном она была реализована в виде яиц и цист, процент живорождения был низким. Абсолютная плодовитость самок с повышением концентрации соли увеличивалась, наиболее высокие показатели были отмечены в 3 опытной группе с 15% солевым раствором, в среднем количество яиц на 1 самку составило  $72 \pm 10,5$  экземпляра. Во второй популяционной группе с 12% содержанием соли в культуральной среде количество яиц на 1 самку составило  $51 \pm 8,1$  штук. Более низкие показатели абсолютной плодовитости были выявлены у самок первой популяционной группы при 9% уровне солености. Количество яиц в среднем на 1 самку составило  $38 \pm 6,3$  штук.

Исследования абсолютной плодовитости самок артемий, выращенных при разных концентрациях соли, позволяют сделать вывод, что увеличение солености воды в репродуктивном возрасте самок позволяет повысить их абсолютную плодовитость при разведении в искусственных условиях.

Полученные результаты согласуются с данными литературных источников по репродуктивным показателям артемии в природных популяциях [4].



**Рисунок 4.** Влияние уровня солености

на число яиц в одной яйцекладке

**Figure 4.** The effect of the salinity level on the number of eggs in one oviposition

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что для используемой нами расы *A. var. Principalis*, с повышением концентрации NaCl в культуральной среде до 15% возрастала доля синхронно плодоносящих самок. Выращивание артемии, при разных уровнях солености воды, влияет на ее репродуктивный процесс и его показатели.

Повышение уровня солености среды обитания в репродуктивном возрасте самок позволяет повысить их абсолютную плодовитость при выращивании по замкнутому циклу в аквакультуре.

Результаты исследования плодовитости артемии показали, что в основном она была реализована в виде яиц и цист, процент живорождения был низким.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из полученных данных по абсолютной плодовитости самок артемии, выращенных при разных уровнях солености, можно прийти к заключению, что увеличение солености воды в репродуктивном возрасте самок позволяет повысить их абсолютную плодовитость (образование цист) при разведении в искусственно созданной экосистеме.

Высокая чувствительность артемии к такому абиотическому фактору среды как соленость среды соглашается с данными других литературных источников [3; 4; 9; 10; 12].

Полученные результаты, о влиянии уровня солености на репродуктивный потенциал артемии, демонстрируют теоретическую и практическую значимость работы, посвященной оптимизации факторов среды при культивировании в искусственной среде живых стартовых кормов для аквакультуры *in situ* по замкнутому циклу.

Исследования выполнялись при поддержке Программы развития Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова (Приоритет - 2030).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **В.В. Романов** – Концепция и дизайн исследования; **В.Н. Любомирова**, **Э.Б.У. Фазилов** – сбор, планирование эксперимента, обработка материала; **Е.М. Романова**, **В.Н. Любомирова** – статистическая обработка данных, анализ и интерпретация данных; **В.В. Романов**, **Е.М. Романова**, **В.Н. Любомирова** – написание и редактирование текста.

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: V.V. Romanov – The concept and design of the study; V.N. Lyubomirova, E.B.U. Fazilov – collection, planning of the experiment, processing of the material; E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova – statistical data processing, analysis and interpretation of data: V.V. Romanov, E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova – writing and editing text.*

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Веснина, Л.В. Условия формирования популяций артемии и их продукционные показатели в разнотипных гипергалинных озерах Алтайского края / Л.В. Веснина // «Инновации и продовольственная безопасность». – 2020 (а). – № 4 (30). – С. 87–100. DOI:10.31677/2072-6724-2020-30-4-87-100
1. Vesnina, L.V. Conditions for the formation of artemia populations and their production indicators in different types of hyperhaline lakes of the Altai
- Territory / L.V. Vesnina // "Innovations and food security". – 2020 (а). – № 4 (30). – Pp. 87-100. DOI:10.31677/2072-6724-2020-30-4-87-100
2. Разова, Л.Ф. Репродукционные особенности артемии сибирских популяций / Л.Ф. Разова, Л.И. Литвиненко // II Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Современные научно-практические решения в АГК / ГАУ Северного Зауралья. сб. статей. Тюмень. – 2018. – С. 249–258.
2. Razova, L.F. Reproductive features of artemia of Siberian populations / L.F. Razova, L.I. Litvinenko // II Vseros. (national) scientific- practical conf. Modern scientific and practical solutions in the agro-industrial complex / GAU of the Northern Trans-Urals. collection of articles. Tyumen. – 2018. – Pp. 249-258.
3. Castro, M.J. Salinity effects on the reproductive patterns of five coastal Pacific Artemia franciscana strains from Mexico / M.J. Castro, M.G. Castro, R. Bridi, C.D. De Oliveira // International Journal of Science and Knowledge. – 2013. – 2:(1). – P. 26–33.
4. Костромин, Е.А. Влияние факторов среды (соленость, температура, освещение) на инкубацию Artemia salina в эксперименте / Е.А. Костромин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 42. – С. 164–168. DOI:10.24411/2078-1318
4. Kostromin, E.A. The influence of environmental factors (salinity, temperature, lighting) on the incubation of Artemia salina in an experiment / E.A. Kostromin // Izvestiya St. Petersburg State Agrarian University. – 2016. – No. 42. – Pp. 164-168. DOI:10.24411/2078-1318
5. Castro, M.J. Efecto de la salinidad en la supervivencia, crecimiento y características reproductivas de 13 poblaciones mexicanas de Artemia franciscana / M.J. Castro // Doctoral thesis, Universidad Autonoma Metropolitana, Mexico, 2011. – P. 98.
6. Romanova E.M. Vectors for the development of high-tech industrial aquaculture / E.M. Romanova, V.V. Romanov, V.N. Lyubomirova, L.A. Shadyeva, T.M. Shlenkina // В сборнике: BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020). EDP Sciences, 2020. – Pp. 00132.
7. Богатова, И.Б. Инкубация яиц Artemia salina в промышленных масштабах / И.Б. Богатова, Н.В. Печников, З.И. Шмакова // освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства // Материалы научной конференции. – Киев: Наукова думка. – 1978. – С. 245–248.
7. Bogatova, I.B. Incubation of Artemia salina eggs on an industrial scale / I.B. Bogatova, N.V. Pechnikov, Z.I. Shmakova // development of warm waters of energy facilities for intensive fish farming // Materials of the scientific conference. – Kiev: Naukova dumka. – 1978. – Pp. 245-248.
8. Романова, Е.М. Технология обогащения ранних науплий артемии и результативность их использования в качестве стартовых кормов / Е.М. Романова, В.В. Романов, В.Н. Любомирова, Э.Б.У. Фазилов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. – №4(60). – С. 150-155. DOI:10.18286/1816-4501-2022-4-150-155
8. Romanova, E.M. Technology of enrichment of early artemia nauplia and the effectiveness of their use as starter feeds / E.M. Romanova, V.V. Romanov, V.N. Lyubomirova, E.B.U. Fazilov // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022. – №4 (60). – Pp. 150-155. DOI: 10.18286/1816-4501-2022-4-150-155
9. Романова, Е.М. Факторы, регулирующие онтогенез *A. Salina* и ее продуктивность при культивировании *in vitro* / Е.М. Романова, В.В. Романов, В.Н. Любомирова, Э.Б.О. Фазилов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. – №3(59). – С. 148-153. DOI:10.18286/1816-4501-2022-3-148-153
9. Romanova, E.M. Factors regulating the ontogenesis of *A. Salina* and its productivity during *in vitro* cultivation / E.M. Romanova, V.V. Romanov, V.N. Lyubomirova, E.B.O. Fazilov // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022. – №3 (59). – Pp. 148-153. DOI: 10.18286/1816-4501-2022-3-148-153
10. Velasco, S.J. Effect of different salinities on the survival and reproductive characteristics of populations of Artemia franciscana Kellogg, 1906 from coastal and Inland waters / S.J. Velasco, O.D. Retana, M.J. Castro, M.G. Castro, C.A.E. Castro // Journal of Entomology and Zoology Studies. – 2018. – 6(2). – Pp. 1090–1096.
11. Kovacheva, N.P. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры артемии в России / Н.П. Kovacheva, Л.И. Litvinenko, Е.М. Saenko, А.В. Zhigin [и другие] // Труды ВНИРО. – 2019. – Т. 178. – С. 150–171. DOI:10.36038/2307-3497
11. Kovacheva, N.P. The current state and prospects for the development of aquaculture of artemia in Russia / N.P. Kovacheva, L.I. Litvinenko, E.M. Saenko, A.V. Zhigin [and others] // Proceedings of VNIRO. – 2019. – Vol. 178. – Pp. 150-171. DOI:10.36038/2307-3497
12. Бойко, Е.Г. Влияние экологических факторов на рост раков рода artemia уральских и сибирских популяций / Е.Г. Бойко // Сибирский экологический журнал. 2013. – Т. 20, №3. – С. 333-339. DOI:10.15372/SEJ
12. Boyko, E.G. The influence of environmental factors on the growth of crustaceans of the genus artemia of Ural and Siberian populations / E.G. Boyko // Siberian Ecological Journal. 2013. – Vol. 20, No. 3. – Pp. 333-339. DOI:10.15372/SEJ



## Становление экономики Мирового океана

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-18-23

Доктор экономических наук,  
профессор **О.И. Бетин** –  
директор Центра экономических  
исследований;

Доктор экономических  
наук, профессор, академик  
Российской экологической  
академии **Г.Д. Титова** –  
главный научный сотрудник

Всероссийский научно-  
исследовательский институт  
рыбного хозяйства  
и океанографии  
(ФГБНУ «ВНИРО»)

[@ gdtitova@yandex.ru](mailto:gdtitova@yandex.ru)

**Ключевые слова:**  
Мировой океан, экономика,  
здоровье морских  
экосистем, промышленное  
рыболовство,  
биоэкономическое  
моделирование

**Keywords:**  
World ocean, economy,  
health of marine ecosystems,  
industrial fishing,  
bioeconomical modeling

### THE FORMATION OF THE ECONOMY OF THE WORLD OCEAN

Doctor of Economics, Professor **O.I. Betin** – Director of the VNIRO Center for Economic Research;  
Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Ecology  
**G.D. Titova** – Chief Scientific Officer  
*All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)*

The article discusses the essence and stages of the formation of a new field of knowledge – the economy of the World Ocean. The importance of sustainable approaches to the economic development of the marine industry is shown. The authors performed an analysis of the bioeconomical essence of industrial entrepreneurship. The dynamics of the components of the bioeconomical analysis is substantiated. The interrelation and mutual influence of these components is revealed. In bioeconomical assessments, significant databases containing diverse and high-quality indicators related to the need to choose an alternative based on methods related to different fields of knowledge are involved in the analysis. The authors of the article believe that in situations involving a large number of variables, modeling and mathematical programming techniques are the most effective means for making managerial decisions. These methods are justified in the article.

### ВВЕДЕНИЕ

Морская индустрия имеет важнейшее значение для благосостояния человека. В круг ее интересов входят: обеспечение людей продовольствием, энергией, природными ресурсами и транспортными услугами в длительной перспективе. С течением времени она должна претерпеть глубокие изменения. К судоходству и рыболовству, долгое время считавшимися традиционной

сферой, а с 1960-х гг. и добыче нефти и газа на шельфе, прибавляются новые виды морской деятельности.

В настоящее время:

- 3 млрд человек обеспечивают свое существование за счет ресурсов океана (преимущественно в развивающихся странах);
- 50% населения Земли живет на расстоянии менее 100 км от побережья и пользуется его услугами;

- 90% мирового объема торговли товарами осуществляется благодаря морской транспортировке;

- 3 трлн долл. США добавленной стоимости в 2030 г. будет создаваться морскими отраслями экономики (в 2010 г. – 1,5 трлн долл. США);

- 80% туристических маршрутов расположены в прибрежных зонах;

- 30% добычи нефти и газа ведется на шельфе;

- 30% антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$  поглощается за счет океанов;

- 200 млн человек заняты в морском рыболовстве (косвенная занятость – 350 млн чел.);

- 680 млн человек живут в низменных прибрежных зонах;

- 30-50% ВВП большинства малых островных развивающихся государств зависит от морского и прибрежного туризма;

- 10-12% населения Земли обеспечивается питанием за счет океанов и морей [1].

Экономическая деятельность в Мировом океане характеризуется сложным разнообразием рисков, которые необходимо учитывать в прогнозах развития. Главными из них являются те, что связаны со здоровьем морских экосистем, в результате чрезмерной эксплуатации морских ресурсов, загрязнением их, повышением температуры и уровня моря, подкислением океана и утратой биоразнообразия.

В перспективе до 2030 г. многие отрасли, связанные с морской деятельностью, будут опережать темпы роста мировой экономики в целом, как с точки зрения добавленной стоимости, так и занятости. По прогнозам развития, в сравнении с настоящим временем, морские отрасли смогут удвоить свой вклад в глобальную добавленную стоимость, достигнув более 3 трлн долларов США. Ожидается, что в ближайшие десятилетия научно-технический прогресс сыграет основополагающую роль, как в решении многих экологических проблем, так и проблем, связанных с развитием морской деятельности [2].

Рост морской индустрии обусловлен сочетанием роста народонаселения и его доходов, истощением запасов природных ресурсов, изменением климата и появлением новых технологий использования морских ресурсов. В то время как традиционные отрасли морской промышленности продолжают быстрыми темпами внедрять инновации, именно развивающиеся отрасли привлекают все большее внимание человека. Они включают энергию приливов и волн, разведку и добычу нефти и газа на сверхглубоких акваториях океанов и в исключительно суровых условиях, морскую аквакультуру, добычу полезных ископаемых на морском дне, круизный туризм и морские биотехнологии.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭКОНОМИКИ МИРОВОГО ОКЕАНА

Становление экономики Мирового океана основано на устойчивых подходах к экономическому развитию.

Рекомендации по повышению устойчивости экономики океана включают:

В статье обсуждаются суть и этапы становления новой области знаний – экономики Мирового океана. Показано значение устойчивых подходов к экономическому развитию морской индустрии. Авторы выполнили анализ биоэкономической сущности промышленного рыболовства. Обоснована динамика составляющих компонентов биоэкономического анализа. Выявлена взаимосвязь и взаимовлияние этих компонентов. При биоэкономических оценках к анализу привлекаются значительные базы данных, содержащие разноплановые и разнокачественные показатели, связанные с необходимостью выбора альтернативы на основе методов, относящихся к разным областям знаний. Авторы статьи считают, что в ситуациях, сопряженных с большим числом переменных, наиболее эффективным средством для принятия управленческих решений являются приемы моделирования и математического программирования. Эти методы обосновываются в статье.

- расширение международного сотрудничества в области науки и техники, как средства стимулирования инноваций и укрепления устойчивого развития;

- улучшение статистической и методологической базы морских отраслей для оценки их вклада в экономику в целом;

- наращивание потенциала прогнозирования морских отраслей промышленности, включая моделирование будущих тенденций в глобальной морской экономике.

Морские отрасли промышленности развиваются не изолированно друг от друга. Они взаимосвязаны и взаимодействуют с другими видами морской деятельности. Они также зависят от состояния морской среды, частью которой являются. До тех пор, пока эксплуатация морских ресурсов будет восприниматься как отдельные виды деятельности, подходы к их развитию, на основе принципов устойчивого развития, останутся фрагментарными и ограниченными по эффективности.

В свете современных требований важной составляющей экономики Мирового океана является оценка услуг морских экосистем.

Конференция ООН по охране окружающей среды и развитию в Рио-де-Жанейро (1992) значительно расширила понятие «природный капитал». Если до нее в литературе он характеризовался как «совокупность природных ресурсов, стоимость которых измеряется на основе рыночных цен на сырье и товары», то после Рио под ним стала пониматься «совокупность природных активов, предоставляемых человечеству природные ресурсы (сырье) и экосистемные услуги (ЭУ)» [3].

Поэтому в Рио-1992 был продекларирован переход к новой экономической модели защиты природы, в основе которой лежат стоимостные оценки природного капитала. Глава 8 Повестки дня на XXI век «Учет вопросов окружающей среды и развития в процессе принятия решений» призыва-

вает государства «более полно отражать в ценах на товары экологические расходы, а также – реальную стоимость природных ресурсов в условиях роста их дефицита» (п. 8.31), «предусмотреть разработку более эффективных методов оценки окружающей среды, как источника природного капитала» (п. 8.42) и «расширить существующие системы национальных счетов с целью комплексного учета социо-эколого-экономических параметров устойчивого развития» (п. 8. 43).

Для достижения этих целей стал формировать новый экономический механизм защиты природы. Он направлен на устранение неполноценности оценки природного капитала на всех уровнях управленческой вертикали.

### РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ И МЕТОДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА

Реализация решений Рио-1992 потребовала не только обобщения накопленных к началу 1990-х знаний по методологии стоимостной оценки природного капитала, но и разработку методов для практической реализации новых идей.

Результаты первых попыток оценки общей стоимости услуг планетарных экосистем в ценах доллара на 1994 г., выполненных группой западных ученых под руководством Роберта Констанзы (Лондон), опубликованы в 1997 г. в журнале «Nature» [4]. В ходе исследований были оценены такие ЭУ как: процессы почвообразования, водооборот и водообеспечение, кругооборот азота, регулирование климата (температура и влажность), баланс атмосферного воздуха, местообитания, защита побережий от наводнений и штормов, поставка продуктов питания и сырья, генетические ресурсы, рекреация, опыление и другие. По расчетам, общая стоимость ЭУ составила 45,9 трлн долл. США, т.е. оказалась сопоставимой с мировым валовым продуктом 1994 года. Из них 28,9 трлн долл. пришлись на морские экосистемы. В таблице, следующей ниже, приведена структура экосистемных услуг морей.

Повторные оценки, выполненные Р. Констанцей в 2014 г. [5] показали, что со временем растет нагрузка на морские экосистемы, о чем свидетельствует рост объемов, предоставляемых Мировым океаном ЭУ: с 2007 по 2011 гг., при неизменной

акватории, он вырос практически в 2 раза. Как утверждает Р. Констанза [6], такой рост, предоставляемых человеку ЭУ Мирового океана, обусловлен не только ростом нагрузки на экосистемы антропогенных нагрузок, но и совершенствованием методов оценки ЭУ. Он перечислил основные вопросы, которые возникают с оценкой ЭУ. Это:

– Насколько важна сама оценка ЭУ?

– В каких временных и пространственных масштабах она может проводиться?

– Каковы возможности заменить природный капитал и предоставляемые им ЭУ на рукотворный капитал?

– При каком уровне стресса они переходят в какое-то другое (менее желательное) состояние?

Ответы на эти вопросы не являются академическими. Человек должен делать осознанный выбор в отношении оценки ЭУ. Важно помнить, что системы ценностей относятся к нормативным и моральным рамкам, которые человек использует для следования своим убеждениям и действиям. Любой выбор между конкурирующими альтернативами использования ЭУ подразумевает, что избранная альтернатива наиболее эффективна со всех точек зрения. Естественно, что оцениваемые альтернативы конкурируют между собой, поэтому оценки должны проводиться по одним и тем же критериям. При оценке природного капитала и ЭУ, предоставляемых им, необходимо учитывать широкий набор целей оценки, которые, наряду с традиционной экономической эффективностью, включают экологическую устойчивость и социальную справедливость.

Оценки ЭУ могут быть получены на основе научных исследований о роли экосистем и их биоты в социо-эколого-экономической системе. Ценность ЭУ на основе устойчивости системы становится характеристикой, связанной с эволюционным вкладом их в сохранение здоровья экосистем. В этой области оценки ЭУ достигнут прогресса, часто под названием «интегрированная оценка» и «оценка с участием общественности», при которой используются комбинации разных методов оценки для учета всего набора ценностей.

На рисунке, представленном ниже, в качестве примера приведена принципиальная схема оценки общей ценности ЭУ морских экосистем.

**Таблица.** Экономическая оценка услуг по типам морских планетарных экосистем (1997 и 2011 гг.) / **Table.** Economic assessment of services by types of marine planetary ecosystems (1997 and 2011)

Тип экосистемы	1997 г.		2011 г.	
	Трлн. долл. США/год			
Морские экосистемы	28,9		60,5	
в том числе:				
открытый океан	11,6		21,9	
прибрежные моря:	17,3		38,6	
- эстуарии	5,7		5,2	
- «водорослевые» луга	5,2		5,8	
- коралловые рифы	0,5		21,7	
- шельф	5,9		5,9	

Проведение ценностной оценки любой ЭУ услуги и последующее использование ее результатов в экономике предполагает выполнение, как минимум, следующих этапов:

- идентификация ЭУ;
- определение ценности и выгод, связанных с ЭУ;
- определение получателя выгод от ЭУ;
- формирование механизма платежей за ЭУ и обоснование иных направлений использования результатов оценки.

При оценке ЭУ предпочтение отдается денежным оценкам. В этих целях применяются традиционные методы («затраты – выгоды» или определение восстановительной стоимости? в случае утраты экосистемой ее функций), которые дополняются косвенными приемами. Используются имитации в форме сконструированного (гипотетического) рынка; методы оценки издержек замены, предусматривающие применение аналогий по альтернативным способам производства экологических товаров и услуг; методы гедонистического ценообразования и субъективной оценки, т.е. прямой опрос населения о готовности оплачивать использование или сохранение нетронутыми объектов и услуг природы.

Поскольку в мире быстро растет число стран, участвующих в оценке ЭУ морских экосистем, появились различные организации, аккумулирующие информацию по результатам оценок. Наиболее представительной среди них является Общество по ЭУ морских экосистем (MESP – Marine

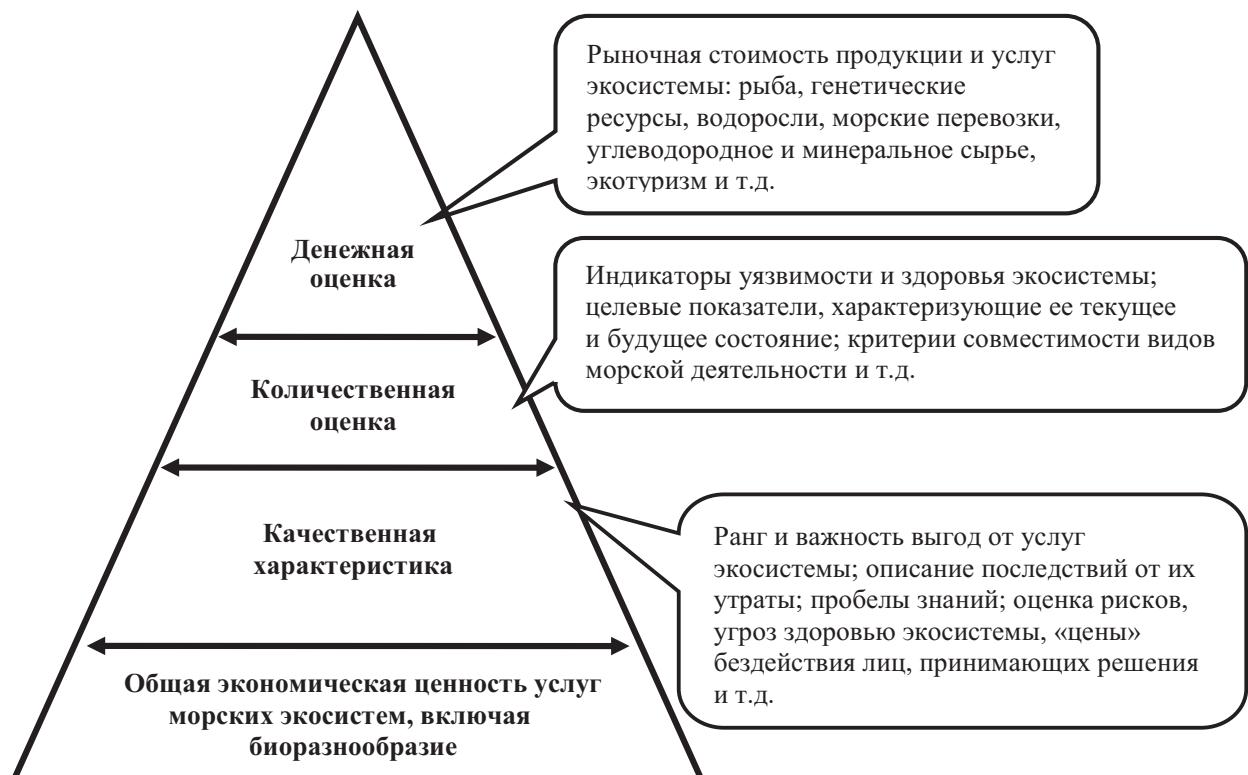
Ecosystem Services Partnership), представляющее собой виртуальный центр по сбору и обмену информацией об использовании морских экосистем в планетарном масштабе [7].

Общество основано в 2010 году. Главная функция общества – оказание помощи в выработке политики устойчивого управления океаническими и прибрежными экосистемами с использованием данных по результатам оценки услуг морских экосистем.

Всего на сегодняшний день в базе MESP находится около 2 тыс. публикаций и иной информации, посвященной оценке ЭУ морских экосистем. Благодаря Обществу, оценщики разных стран могут работать сообща, обмениваясь опытом по методам оценки услуг и использовать этот опыт в практике регулирования морской деятельностью.

Так, накопленный опыт оценки ЭУ морских экосистем позволил Китаю в 2012 г. ввести в действие национальный стандарт «Технические указания по оценке экологического капитала морей» – руководство по оценке услуг экосистем и компенсационных платежей за причинение вреда экосистемам на национальном уровне, а также – на уровнях провинций и городов [8].

Сотрудничеству помогает использование многих способов информационного сближения, включая размещение оценок на динамической карте, которая позволяет заинтересованным лицам найти зоны проведения работ по оценке ЭУ морских экосистем. К сожалению, информации о работах по оценке ЭУ в России нет в базе MESP.



**Рисунок.** Принципиальная схема оценки общей ценности услуг морских экосистем [3]

**Figure.** Schematic diagram of the assessment of the total value of marine ecosystem services [3]

## ОПЫТ ОЦЕНКИ УСЛУГ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ В РОССИИ

К настоящему времени имеется всего три попытки оценки услуг морских экосистем в России. С точки зрения авторов статьи, наиболее полные оценки были проведены сотрудниками ТИНРО в 2016 г., которыми оценивались ЭУ Охотского моря [9]. С помощью баз данных по макрофауне, пелагиали и бентали дальневосточных морей ими была определена потенциальная стоимость всех учтенных биоресурсов при их более полном хозяйственном использовании  $\$58,5 \times 10^9$ /год. С использованием средней стоимости ЭУ единицы площади разных зон Мирового океана, выявленной зарубежными исследователями под руководством Р. Констанзы в 2014 г. [5], была рассчитана общая стоимость ЭУ Охотского моря. Она составила  $\$294,4 \times 10^9$ /год. Оказалось, что не имеющие рыночной цены услуги экосистем стоят гораздо больше, чем традиционно используемые биоресурсы. Исследователи сделали вывод, что выражение стоимости ЭУ Охотского моря в денежных единицах можно рассматривать как инструмент, позволяющий повысить задачу сохранения здоровья Охотского моря при реализации различных промышленных проектов.

Исследователями из КамчатНИРО в 2014 г. оценивался не весь спектр ЭУ, а только обеспечивающие услуги Северо-Западной части Тихого океана. Цена их была занижена, поскольку оценивалась только по показателям ренты по биоразнообразию, т.е. по своей величине оценка приравнивалась к рыболовным сборам за право промысла соответствующих видов лососей [10], что намного ниже уровня обеспечивающих услуг.

Еще одна попытка оценить ЭУ была предпринята исследователями из Института экономических проблем Карельского научного центра РАН для Баренцева моря [11]. С точки зрения авторов данной статьи, эта попытка также была выполнена не совсем корректно, поскольку поддерживающие услуги были привязаны только к промысловым запасам водных биоресурсов, что намного меньше реальной величины ЭУ.

Недавние (2016 г.) оценки «активов» Мирового океана, используемых человеком, показали, что океан «работает» как одна из крупнейших национальных экономик: годовой валовый продукт экономики океана превышает 2,5 трлн долл. США. То есть, по величине валового продукта экономика океана занимает седьмое место среди национальных экономик. При этом в расчет экономики океана принимались только прямые выгоды от части обеспечивающих ЭУ (рыболовство, аквакультура, биотехнологии, использование транспортом прибрежных и океанических акваторий), культурных услуг (туризм, образование) и поддерживающих услуг (депонирование  $\text{CO}_2$ ), которые поддаются денежной оценке.

Но если учесть и ценные нематериальные (не торгуемые) активы (роль океанов и морей в регулировании климата, в производстве кислорода, стабилизации температуры на планете, а также в обеспечении духовных и культурных услуг), то

эти дополнительные услуги окажутся на порядок выше видимого валового продукта океана. С учетом их общая ценность активов океана составит более \$24 трлн/год [12].

## ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Проведенный в статье анализ показал, что значение Мирового океана в жизнедеятельности человека с течением времени будет возрастать. В перспективе до 2030 г. многие отрасли, связанные с морской деятельностью, будут опережать темпы роста мировой экономики в целом, как с точки зрения добавленной стоимости, так и занятости. По прогнозам, в сравнении с настоящим временем, экономика Мирового океана сможет удвоить свой вклад в глобальную добавленную стоимость, достигнув более 3 трлн долл. США. Морская индустрия претерпит глубокие изменения.

Достижение целей развития должно сопровождаться адекватным научным обеспечением, которое формируется в новой области знаний – экономике Мирового океана. Становление этой области знаний происходит в рамках развивающейся концепции устойчивого развития. Особое внимание в экономике Мирового океана уделяется ценностной оценке услуг морских экосистем. Эта область знаний требует:

- расширения международного сотрудничества в области науки и техники, как средства стимулирования инноваций и укрепления устойчивого развития;
- улучшения статистической и методологической базы морских отраслей для оценки их вклада в экономику в целом;
- наращивания потенциала прогнозирования морских отраслей промышленности, включая моделирования будущих тенденций в глобальной морской экономике.

Россия, как великая морская держава, не может не участвовать в процессе становления экономики Мирового океана. Это может происходить в рамках федеральной целевой программы Мировой океан (ФЦП «Мировой океан») на 2016-2031 годы, концепция которой утверждена Распоряжением Правительства РФ от 22 июня 2015 г. № 1143-р [13].

Проект Программы разрабатывается в продолжение завершенной ФЦП «Мировой океан», исследования по которой проводились в 1998-2013 годы.

Цель новой ФЦП – активизация использования ресурсного и пространственного потенциала морей России и обеспечение присутствия России в ключевых районах Мирового океана, а также реализация стратегических задач по научному и информационному обеспечению развития морской деятельности.

Программу предполагается реализовать в три этапа: 1-й этап – 2016-2021 гг., 2-й этап – 2022-2026 гг., 3-й этап – 2027-2031 г.

Участие в работе по ФЦП, безусловно, позволит ответить на вопросы, поднятые в настоящей статье.



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **О.И. Бетин** – идея работы, подготовка выводов и предложений, окончательная проверка статьи; **Г.Д. Титова** – сбор и анализ литературных источников, перевод английских источников на русский язык, подготовка аннотации, введение, подготовка статьи.

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: O.I. Betin – the idea of the work, preparation of conclusions and proposals, final verification of the article; G.D. Titova – collection and analysis of literary sources, translation of English sources into Russian, preparation of an abstract, introduction, preparation of the article.*

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Минэкономразвития. Департамент многостороннего экономического сотрудничества. Концепция «синей экономики». Обзор международных практик устойчивого управления. URL: 130821.pdf.
1. Ministry of Economic Development. Department of Multilateral Economic Cooperation. The concept of the "blue economy". Overview of international sustainable management practices. URL: 130821.pdf.
2. OECD. The Ocean Economy in 2030. Paris: OECD Publishing. 2016. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251724-en>.
3. Титова Г.Д. Понятие «Природный капитал», развитие методологии и методов его экономической оценки // Вестник СПбГУ: сер. 7. – 2014. Вып. 1. – С. 114-124.
3. Titova G.D. The concept of "Natural capital", the development of methodology and methods of its economic evaluation // Bulletin of St. Petersburg State University: ser. 7. – 2014. Issue 1. – Pp. 114-124.
4. Costanza R., et. al. The Value of the Worlds ecosystem services and Natural Capital // Nature. – 1997. – Vol. 387. – Pp. 251-260.
5. Costanza R. et al. Changes in the global value of ecosystem services // Global Environmental Change 26. – 2014. – Pp. 152-158.
6. Costanza R. Valuing natural capital and ecosystem services toward the goals of efficiency, fairness, and sustainability // Ecosystem Services, no 43. – 2020. – Pp. 1-9.
7. Marine Ecosystem Services Partnership. URL: <http://www.marinenecosystemservices.org/>
8. Chen Sh., Xia T. Marine ecological capital assessment: Methods and application in China seas // Proceedings of the North Pacific Marine Science Organization Annual Meeting PICES-2013. – Canada, Nanaimo. – 2013. – P. 51.
9. Лукьянова О.Н. Оценка стоимости биоресурсов и экосистемных услуг Охотского моря. / О.Н. Лукьянова, И.В. Волвенко, А.А. Огородникова, Е.Н. Анферова // Известия ТИНРО. – 2016. – Т. 184. – С. 85-92.
9. Lukyanova O.N. Estimation of the value of bioresources and ecosystem services of the Sea of Okhotsk. / O.N. Lukyanova, I.V. Volvenko, A.A. Ogorodnikova, E.N. Anferova // Izvestia TINRO. – 2016. – Vol. 184. – Pp. 85-92.
10. Ширкова Е.Э. Природно-ресурсный потенциал Камчатки, его оценка и проблемы использования в долгосрочной перспективе / Е.Э. Ширкова, Э.И. Ширков, М.Ю. Дьяков // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. – 2014. – С. 5-21.
10. Shirkova E.E. The natural resource potential of Kamchatka, its assessment and problems of long-term use / E.E. Shirkova, E.I. Shirkov, M.Yu. Dyakov // Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the North-Western part of the Pacific Ocean. – 2014. – Pp. 5-21.
- 11 Васильев А. М., Затхеева В. А. Оценка экосистемных услуг Баренцева моря на базе основных промысловых биоресурсов как основа интегрированного управления морской деятельностью // Материалы IX Международной научно-практической конференции Север и Арктика в новой парадигме мирового развития (Апатиты, 24-28 сентября 2018 г.). – Апатиты. – С. 35-44
11. Vasiliev A.M., Zatkheeva V. A. Assessment of ecosystem services of the Barents Sea on the basis of the main commercial bioresources as a basis for integrated management of marine activities // Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference North and Arctic in a new paradigm of world Development (Apatity, 24-28 September 2018). – Pp. 35-44.
12. Hoegh-Guldberg O., et al. Reviving the Ocean Economy: the Case for Action – 2015, WWF International, Gland. Switzerland, Geneva. – 2015. – 60 p.
13. Концепция Федеральной целевой программы «Мировой океан» на 2016-2031 годы. URL:<https://bazarpa.ru/pravitelstvo-rf-rasporiazhenie-n1143-r-ot22062015-2530985/kontseptsii/?ysclid=1fdmeklk4x945746375>
13. The concept of the Federal target Program "World Ocean" for 2016-2031. URL: <http://baza npa.ru/pravitelstvo-rf-rasporiazhenie-n1143-r-ot22062015-2530985/kontseptsii/?ysclid=1fdmeklk4x945746375>



## Уловы и биологические показатели шпрота (*Sprattus sprattus balticus*, Clupeidae) в российских водах Финского залива на современном этапе

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-24-31

И. А. Пожинская – ведущий специалист лаборатории ихтиологии;

Кандидат биологических наук, доцент И. В. Боркин – ведущий научный сотрудник лаборатории ихтиологии;

Д. В. Богданов – старший научный сотрудник лаборатории ихтиологии;

Кандидат биологических наук А. А. Хозяйкин – старший научный сотрудник лаборатории гидробиологии –

Санкт-Петербургский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («ГосНИОРХ» имени Л. С. Берга»)

@ neva.2018@inbox.ru

**Ключевые слова:**  
шпрот, уловы, размерно-возрастной состав, созревание, кормовая база, питание, Финский залив

**Keywords:**  
the Baltic sprat, catches, size and age composition, maturation, feed base, feeding, the Gulf of Finland

### CATCHES AND BIOLOGICAL INDICATORS OF THE BALTIC SPRAT (*SPRATTUS SPRATTUS BALTIKUS*, CLUPEIDAE) IN RUSSIAN WATERS OF THE GULF OF FINLAND AT THE PRESENT STAGE

I.A. Pozhinskaya – Leading Specialist of the Laboratory of Ichthyology; Candidate of Biological Sciences, Associate Professor I.V. Borkin – Leading Researcher of the Laboratory of Ichthyology; D.V. Bogdanov – Senior Researcher of the Laboratory of Ichthyology; Candidate of Biological Sciences A.A. Hozyaykin – Senior Researcher of the Laboratory of Hydrobiology –

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, St. Petersburg Branch (L.S. Berg GosNIORKh)*

Paper presents the data about the catches of the Baltic sprat in the Eastern part of the Gulf of Finland from 1995 to 2021. The size and age characteristics of the sprat taken during the trawl fishing in autumn 2020-2021 are given. The analysis of nutrition and maturation, feed base and the factors limiting the fish growth is carried out.

#### ВВЕДЕНИЕ

Шпрот (килька) (*Sprattus sprattus balticus* (Schneider, 1908)) широко используется в пищевой промышленности, обеспечивая продовольственную безопасность России. Нерест, нагул и формирование промыслового запаса вида происходят преимущественно в Балтийском море и западной части Финского залива [1]. Вследствие гидрологических процессов, происходивших

в Балтике и повлекших сокращение биомассы трески (основного потребителя шпрота), а также ряда аномально теплых зим в последние пять лет, численность шпрота возросла [2]. Район нагула данного вида расширился, и он в массовых количествах стал встречаться в восточной части Финского залива. Его доля здесь составляла от 9 до 13% в общем годовом улове за период с 2009 по 2021 гг. [3; 4],

что превышает вылов пресноводных видов рыб и вносит существенный вклад в работу перерабатывающих предприятий Ленинградской области.

С учетом роста нерестовой биомассы шпрота в бассейне Балтийского моря и оценки перспектив развития промысла до 2025 г. [2; 5], в восточной части Финского залива также закономерно ожидать сохранения уловов данного вида на уровне предыдущих лет и даже возможного увеличения. Численность шпрота здесь возрастает в период кормовой миграции, когда он отмечается в уловах до о. Сескар, а в последние три года – до Выборгского залива, м. Струги и м. Шепелевский. Доминирующими факторами, ограничивающими распространение вида в заливе, являются соленость ниже 4-5‰, температура воды зимой менее 1,5-2,0°C и содержание растворенного кислорода ниже 1,5 мл/л [1; 6].

Добыча шпрота осуществляется пелагическими тралами с октября по май вместе с балтийской сельдью. При этом основной объем его вылова в исследуемом районе приходится на осенний период, когда рыба, по окончании откорма, образует скопления на глубинах от 30 до 60 м перед миграцией на зимовку, что делает промысел более эффективным.

По нашим наблюдениям, биологические показатели шпрота в восточной части Финского залива имеют свои особенности [7], в том числе прослеживаются явные отличия в сроках созревания рыб. Поэтому комплексные исследования данного вида, в том числе – его биологии, актуальны в целях регулирования промысла. Ранее биологические параметры шпрота в этом районе изучались только на небольших выборках.

Целью данной работы является более полное изучение основных биологических показателей, которые, вместе с величиной уловов, позволяют судить о состоянии стада на современном этапе и об эффективности жизненно важных процессов (питания, роста и созревания), происходящих у шпрота в восточной части Финского залива на границе ареала в условиях интенсивной промысловой эксплуатации. Задачи исследования: анализ размерно-возрастной и половой структуры промысловой части стада шпрота, созревания и питания рыб.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу работы положены материалы по шпроту за период с октября по декабрь 2016–2021 годов. Промысел производился пелагическими тралами РТ/ТМ № 90-520 с ячейей 20 мм, малотоннажными судами МРТК в российских водах Финского залива восточнее 26°30' в.д. Данные по выгрузке рыбы предоставлены Погранслужбой по Санкт-Петербургу и Ленинградской области.

Проанализирован состав уловов из 132 тралов. Выполнены массовые промеры 7140 экз., взяты на биологический анализ 2333 экз.

В работе приводятся сведения об уловах шпрота в восточной части Финского залива с 1995 по 2021 годы. Представлены размерно-возрастные параметры шпрота, собранного из траловых уловов в осенний период 2020-2021 годов. Анализируются питание и созревание, а также кормовая база и факторы, ограничивающие рост рыб.

и возраст – 1324 экз. Возраст рыб определялся по отолитам в проходящем свете, с просветлением в 90% спирте, под микроскопом МСП-2 при 100 кратном увеличении [8]. Материал собран и обработан по стандартным методикам [9; 10; 11; 12] с использованием MS Excel-2010.

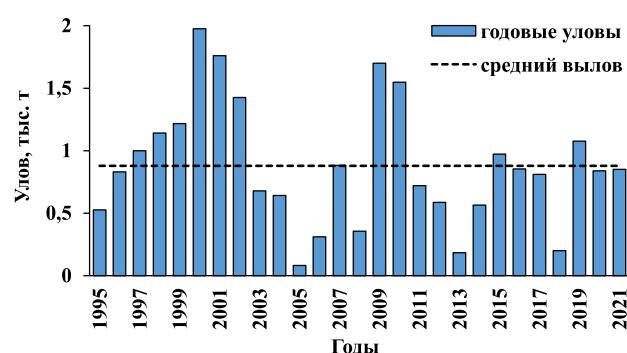
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Вылов шпрота** в 2021 г. в российских водах восточной части Финского залива составил 0,851 тыс. т, что соответствует уровню 2020 г. и среднемноголетнему – за период с 1995 по 2021 гг. (0,879 тыс. т). За последние 14 лет годовая добыча вида не превышала 2,0 тыс. т (рис. 1). В целом же была ниже, чем в Балтийском море и его заливах на два порядка и более.

С 2016 по 2021 гг. прилов шпрота, в смешанных с салакой уловах, в зимне-весенние периоды был небольшой – в среднем 3-5%. Осенью же в разные годы доля вида в уловах была существенно выше и сильно варьировала. Так, в октябре-ноябре 2020 г. в районе исследований ее величина изменялась от 5 до 15%, в декабре – возрастила до 25%. В октябре 2021 г. процент прилова был значительно выше – 30-80% (в среднем 55-60%), в ноябре-декабре изменялся от 2 до 50% и в среднем составлял 15-20%.

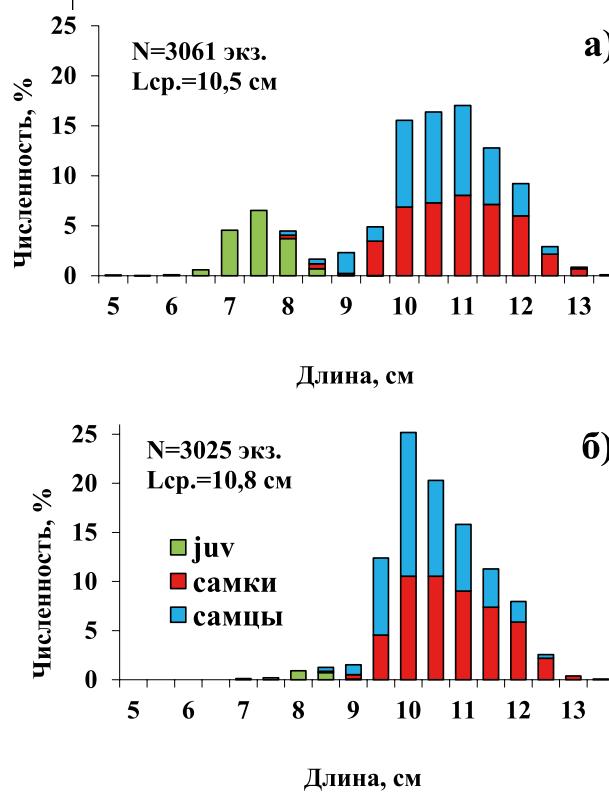
## Размерно-возрастной состав шпрота

Анализ биологических характеристик шпрота за ряд лет показал, что длина рыб варьировала от 5,3 до 13,6 см, масса – от 0,7 до



**Рисунок 1.** Вылов шпрота в российских водах восточной части Финского залива в 1995-2021 гг., тыс. т [3; 4; данные промысловой статистики]

**Figure 1.** Catches of the Baltic sprat in Russian waters in the Eastern part of the Gulf of Finland in 1995-2021, thousand tons [3; 4; the data of the catches statistics]



**Рисунок 2.** Размерный состав шпрота в восточной части Финского залива осенью 2020 (а) и 2021 (б) годов

**Figure 2.** Size composition of the Baltic sprat in the Eastern part of the Gulf of Finland in autumn 2020 (a) and 2021 (b)



17,4 граммов. Осенью 2020 г. преобладали особи 10,0-11,5 см (64%), доля молоди размером до 8,9 см достигала 17% (рис. 2а). Средняя длина шпрота составила 10,5 см, средняя масса – 8,0 граммов. С октября по декабрь 2021 г. в скоплениях доминировал шпрот длиной 9,5-11,5 см (84%), доля молоди не превышала 2% (рис. 2б). Средние показатели составили: длина 10,8 см и масса 8,5 граммов.

Линейный и весовой рост шпрота в последние годы имели сходный характер. Средние размерно-весовые параметры рыб по возрастам представлены на рисунках 3а, 3б.

По нашим наблюдениям в 2016-2021 гг., длина сеголетков шпрота в восточной части Финского залива в осенний период составляла 5,3-8,9 см (в среднем 7,7-8,5 см). Схожие показатели отмечались у молоди из северной части Балтийского моря (6,5-8,5 см) [13], сеголетки же в южной части Балтики были крупнее (7,5-10,5 см [14] и 6,5-9,5 см [13]).

В период наблюдений возрастная структура, облавливаемой части стада, была представлена особями 0+ - 6+. В 2020 г. основу уловов формировали рыбы поколений 2017-2019 гг., с преобладанием трехлеток поколения 2018 г. (43%) и в меньшей степени – поколения 2019 г. (20%). Значительной была также и доля сеголетков – 17% (рис. 4а). Средний возраст составил 1,9 года.



Осенью 2021 г. средний возраст рыб составил 2,1 года. Доминировали поколения 2019 и 2020 годов. Доля же сеголетков в осенне-зимних уловах 2021 г. была невелика и достигала лишь 3%, что на порядок меньше, чем в 2020 г. (см. рис. 4б).

Рыбы старших возрастных групп встречались штучно (см. рис. 4а, 4б). В более ранних исследованиях в западной части залива возраст шпрота достигал 17 и 20 лет [9; 15]; в Балтийском море – до 10-21 года [9; 14; 15]. Сокращение возрастного ряда у шпрота в районе исследований может быть вызвано неблагоприятными климатическими условиями на границе ареала, выеданием хищниками [7], а также – возросшим в последние годы антропогенным воздействием.

Следует отметить, что количество сеголетков в уловах в значительной мере зависит от условий воспроизводства и ряда абиотических и биотических факторов (температура воды, соленость, кормовая база и т.д.). По нашим многолетним наблюдениям, величина прилова

молоди шпрота в районе исследований возрас- тала к концу осени.

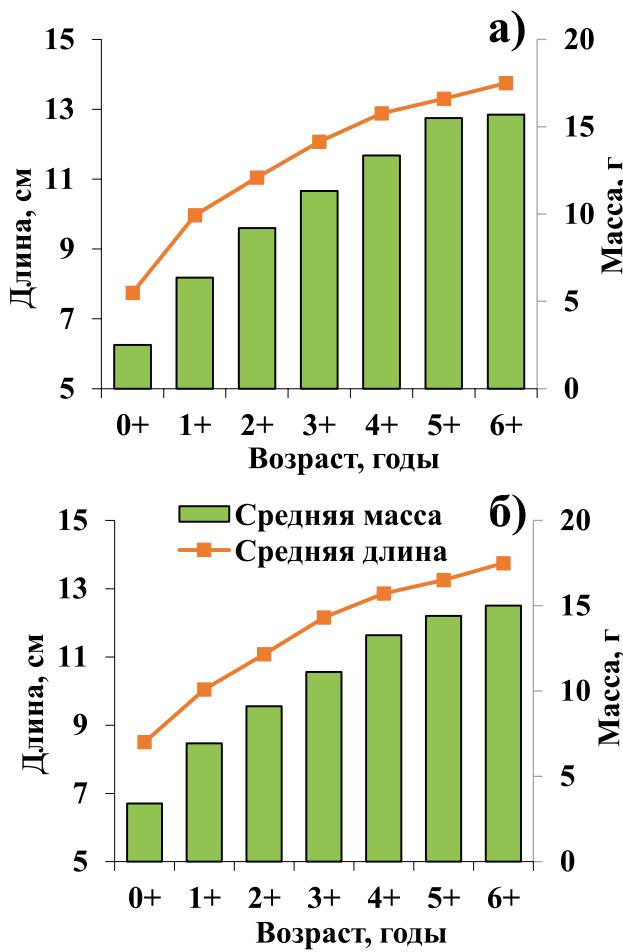
#### Соотношение полов и созревание шпрота

Осенью 2020 г. самки в уловах составляли 40%, доля самцов – 34%, ювенильных особей – 26%. В осенний период 2021 г. также преобладали самки (51%), доля самцов составляла 47%, ювенильных особей – 2%.

Наши предыдущие исследования показали, что у сеголетков шпрота, как правило у самых крупных (при длине 8,0-8,9 см), уже в конце осени можно визуально определить пол. В возрасте 1+ пол определялся у большинства рыб (74-100%).

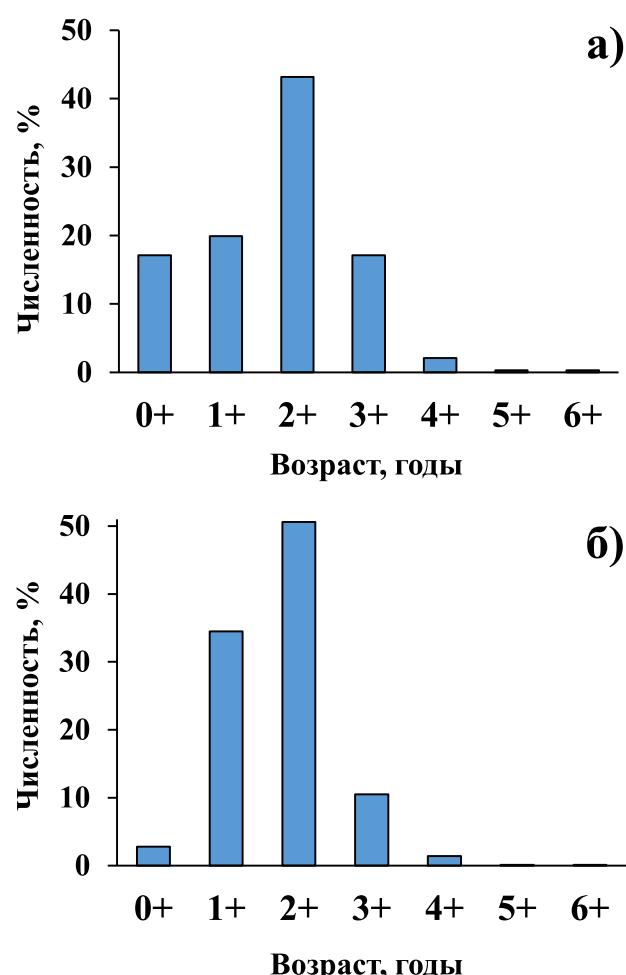
Было отмечено, что у более мелких рыб (до 10 см) прослеживается преобладание самцов, при длине 10,0-11,5 см соотношение полов выравнивается, а по мере увеличения длины рыб в стаде постепенно возрастает процент самок (см. рис. 2а, 2б). С увеличением возраста рыб доля самок также возрастала (рис. 5).

В западной части Финского залива и Балтийском море у шпрота, для сравнения, соот-



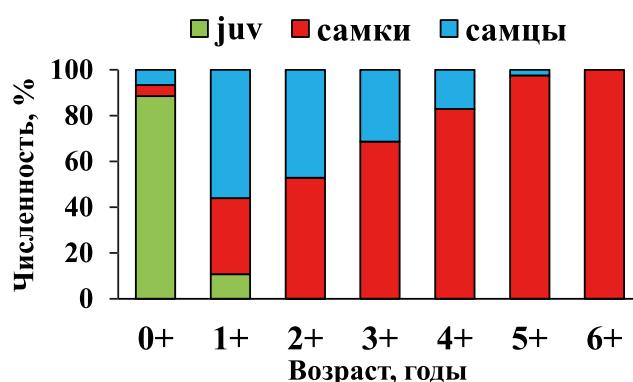
**Рисунок 3.** Изменение линейных размеров и массы тела шпрота по возрастам в восточной части Финского залива осенью 2020 г. (а) и 2021 г. (б)

**Figure 3.** Dynamics of line sizes and body weight of the Baltic sprat by age in the Eastern part of the Gulf of Finland in autumn 2020 (a) and 2021 (b)



**Рисунок 4.** Возрастной состав шпрота в восточной части Финского залива осенью 2020 (а) и 2021 (б) годах

**Figure 4.** Age composition of the Baltic sprat in the Eastern part of the Gulf of Finland in autumn 2020 (a) and 2021 (b)



**Рисунок 5.** Соотношение полов у шпрота по возрастам в восточной части Финского залива осенью 2016-2021 гг., %

**Figure 5.** The ratio of genders in sprat by age in the Eastern part of the Gulf of Finland in autumn 2016-2021, %

ношение самцов и самок в уловах сохранялось близким к 1:1 до самых старших возрастных групп [15].

В восточной части Финского залива в осенний период созревание гонад у самцов шпрота происходило раньше, чем у самок. В октябрь-декабре 2016-2021 гг. начало созревания у части самцов отмечалось с возраста 1+ при длине 8,7-8,9 см и массе 3,4-4,1 граммов. Самки начинали созревать с возраста 2+ при длине 10,6-10,9 см и массе 8,6-9,9 г, в 2016 г. – только с возраста 3+ при длине 12,4 см и массе 12,0-14,0 граммов.

Анализ за ряд лет показал, что впервые и повторно созревающие особи начинают появляться в популяции в октябре-ноябре. Их доля в разные годы варьировала и в среднем составляла 24%. В 2020 г. доля созревающих рыб возросла до 29%, в октябре-декабре 2021 г. составила 23%. Таким образом, в осенний пери-



**Таблица.** Наполнение желудков шпрота осенью 2016-2021 гг., % /  
**Table.** Filling the stomachs of the Baltic sprat in autumn 2016-2021, %

Баллы	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0	96,3	96,0	89,6	87,1	15,1	1,3
1	3,7	4,0	7,2	10,9	31,4	52,9
2	-	-	3,2	2,0	33,8	32,8
3	-	-	-	-	19,7	13,0
4	-	-	-	-	-	-
Средний балл	0,04	0,04	0,14	0,15	1,58	1,57
N, экз.	108	100	125	302	867	831

од в восточной части Финского залива в уловах преобладали незрелые, посленерестовые рыбы и молодь (от 61% до 77% в разные годы).

В весенний период доля созревающих особей возрастила с 28% в 2017-2019 гг. до 38% в 2021 году. При этом, с января по май 2017-2021 гг. шпрота в преднерестовом состоянии не отмечалось, а созревание рыб происходило в июне – значительно позднее, чем в Балтийском море, где в марте в уловах начинали преобладать созревающие особи, а в апреле – зрелые и нерестующие рыбы [6]. В восточной же части залива шпрот с гонадами в IV и V стадиях зрелости наблюдался только в конце июня-июле, в VI стадии – в конце июля-начале августа в Нарвском заливе в 2018 и 2019 годах. Ранее в исследованиях Г.Б. Грауман также отмечалось, что стадо шпрота Финского залива и северной части Балтийского моря пополняется только за счет летних генераций [6].

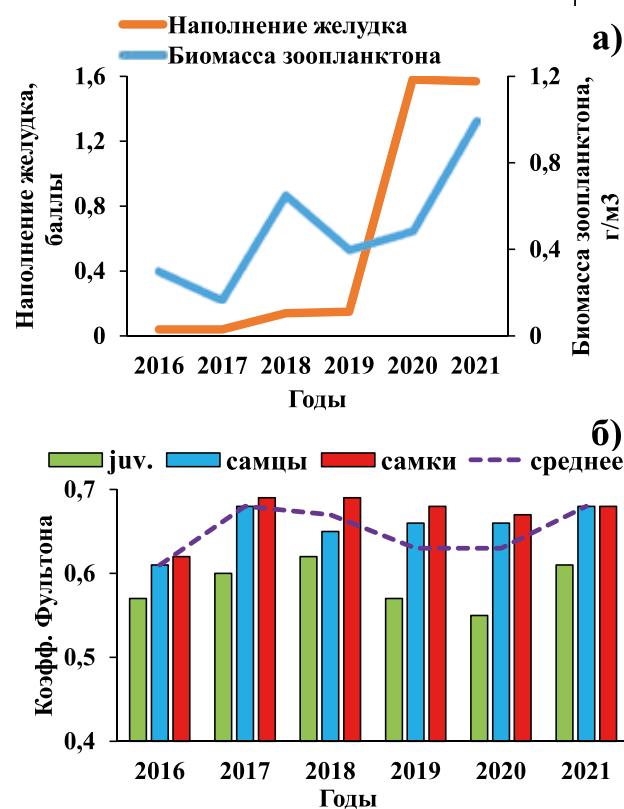
Известно, что процесс роста и созревания рыб связан с интенсивностью питания, которая зависит от обеспеченности пищей, температуры воды и других факторов [16]. Наши исследования показали, что интенсивность питания шпрота в восточной части Финского залива в осенний период за последние несколько лет возросла. Средний балл наполнения желудков осенью увеличивался с 0,04 в 2016 г. до 1,57 в 2021 г. (табл., рис. 6а).

Как по нашим наблюдениям, так и по более ранним исследованиям других авторов [15; 16; 17], наиболее активно шпрот питался после нереста – с начала августа по сентябрь. Процент питающихся особей осенью, с похолоданием водных масс, обычно снижался от сентября (100%) к ноябрю (до 17%) [17].

В течение всей осени 2020 и 2021 гг. рыба в районе исследований продолжала активно питаться. Доля шпрота с наполнением желудка 1 балл по сравнению с 2019 г. увеличилась в 3-5 раз и составляла 31% – в 2020 и 53% в 2021 гг.; 2 балла – возросла на порядок (до 33%). Кроме того, отмечены особи с наполнением желудка 3 балла, которых в предыдущие годы не наблюдалось (см. табл.).

Анализ данных за ряд лет по глубоководному району восточной части Финского залива показал, что в летне-осенний период с 2016 по 2021 гг. величина средней биомассы зоопланктона варьировала от 0,170 до 0,995 г/м<sup>3</sup> (см. рис. 6а), в среднем за шесть лет составив 0,502 г/м<sup>3</sup>. Отмечена тенденция роста показателей обилия зоопланктона в глубоководном районе. За весь указанный период более половины биомассы зоопланктона составляли копеподы, менее существенную часть – кладоцеры (10-40%).

В 2020-2021 гг. копеподы доминировали в общей биомассе зоопланктона, составив 66% и 83%, соответственно. В группе по биомассе преобладали: *Eurytemora hirundoides* (17%), *Limnocalanus grimaldii* (13-16%), виды р. *Acartia* (12-24%), *Mesocyclops leuckarti* (3-11%). Менее



**Рисунок 6.** Динамика биомассы зоопланктона (г/м<sup>3</sup>) и среднего балла наполнения желудка (а); коэффициент Фультона (б) шпрота в восточной части Финского залива

**Figure 6.** Dynamics of the zooplankton biomass (g/m<sup>3</sup>) and average score of the filling the stomach (a); Fulton's coefficient (6) of the Baltic sprat in the Eastern part of the Gulf of Finland



Определение возраста шпрота

значимы в общей биомассе были ветвистоусые раки родов *Bosmina* (2-12%) и *Daphnia* (2-10%). На отдельных участках встречались *Cercopagis pengoi* (2-9%), *Evadna nordmanni* (2%), *Polyphemus pediculus* (1%). Большинство вышеперечисленных видов входят в рацион шпрота в районе исследований. Основу его пищевого спектра, как в течение года, так и в осенний период, составляют *E. Hirundooides* (66-100%) и виды р. *Acartia* (до 33%) [17].

По нашим данным, непараметрический коэффициент корреляции Спирмена средней биомассы зоопланктона и среднего балла наполнения желудка шпрота составил 0,70, т.е. сила прямой связи этих параметров – заметная. Увеличение, как биомассы зоопланктона, так и интенсивности питания рыб, по нашему мнению, связаны с сильным прогревом водных масс в летний период и медленным остыванием осенью 2020 и 2021 гг., из-за погодных условий [18], что благоприятствовало продолжению питания рыб и их более раннему созреванию.

Упитанность шпрота в осенний период в восточной части Финского залива в 2016-2021 гг. сильно варьировалась (от 0,46 до 0,91), наиболее значительные колебания были отмечены у молоди. Величина среднего значения коэффициента Фультона в объединенных выборках возросла с 0,61 в 2016 г. до 0,68 в 2021 году. В группе молоди данный показатель увеличился с 0,57 до 0,61; у самцов – с 0,61 до 0,68; у самок – с 0,62 до 0,68 (см. рис. 6б).

Несмотря на небольшое увеличение коэффициента Фультона, в целом за период с 2016 по 2021 гг. шпрот в районе исследований осенью достигал меньшей упитанности (0,61-0,68), чем в западной части Финского залива и в северо-восточной части Балтийского моря (0,87), где условия для нагула были лучше [15].

По нашим многолетним наблюдениям, шпрот в восточной части Финского залива достигает меньших размеров (14,0 см), по сравнению с западной частью залива и с северной частью Балтийского моря (16,0 см) [9; 14; 15]. В условиях нестабильной кормовой базы, низкой солености и температуры воды рыбы данного вида хуже питаются и усваивают корм. Необходимо также учитывать высокую степень конкуренции в питании шпрота с салакой младших возрастных групп [16; 17]. Вылов салаки за последние два года в районе исследований вырос и в 2 раза превысил среднемноголетнее значение (6 тыс. т) за период 2009-2021 годов. Численность шпрота в восточной части залива значительно ниже, чем салаки, поскольку он нуждается в более высокой солености и температуре воды в зимний период. Сам шпрот – кормовой объект многих морских птиц, млекопитающих и рыб [7; 8], в частности – корюшки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной вылов шпрота в российских водах Финского залива традиционно отмечается при траловом промысле салаки в осенне-зим-

ний период и колеблется от 0,6 до 2,0 тыс. т, составляя в среднем 0,9 тыс. тонн. В период 2016-2021 гг. доля шпрота в смешанных уловах варьировала от 3 до 80%, составляя в среднем в октябре-декабре 20-40%.

В 2016-2021 гг. в уловах в восточной части Финского залива встречался шпрот длиной 5,3-13,6 см и массой от 0,7 до 17,4 граммов. Осенью 2020 г. в уловах преобладали особи шпрота длиной 10,0-11,5 см (64%), в среднем – 10,5 см и средней массой 8,0 граммов. В 2021 г. основу ихтиомассы формировали рыбы длиной 9,5-11,5 см (84%), в среднем – 10,8 см и средней массой 8,5 граммов.

Основу облавливаемой популяции в 2020 г. составляли трехлетки поколения 2018 г. (43%). Значителен был вклад поколения 2019 г. (20%) и сеголетков (17%). В 2021 г. доминировал шпрот поколений 2019 г. (51%) и вступившего в промысел 2020 г. (34%); доля сеголетков достигала 3%. За период 2016-2021 гг. возраст рыб не превышал семи лет.

Доля самок в уловах шпрота возрастила с возрастом и увеличением размера рыб, что рассматривается нами как адаптация вида к неблагоприятным условиям существования на границе его ареала.

В осенний период в популяции преобладали незрелые, посленерестовые рыбы и молодь (от 61% до 77%). Созревание шпрота происходило в июне.

Средний балл наполнения желудков у шпрота с 2016-2021 гг. вырос с 0,04 до 1,57, коэффициент Фультона – с 0,61 до 0,68, возросла доля начавших созревать рыб. Это объясняется улучшением условий откорма шпрота, с 2019 по 2021 гг. в восточной части Финского залива отмечена тенденция увеличения средней биомассы зоопланктона, что, по нашему мнению, было связано с благоприятными условиями в регионе – значительным прогревом водных масс в летний период и медленным остыванием осенью. Тем не менее, даже при благоприятных условиях биологические показатели шпрота в районе исследований были ниже, чем в западной части Финского залива и в Балтийском море.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: И.А. Пожинская – идея статьи, написание текста, сбор и анализ данных, камеральная обработка материала, определение возраста рыб, перевод на английский; И.В. Боркин - окончательная проверка статьи, сбор материала; Д.В. Богданов – статистическая обработка данных, подготовка графиков и рисунков, сбор материала; А.А. Хозяйкин – гидробиология и кормовая база.

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors:*

**I.A. Pohzhinskaya** – the idea of the work, preparation of the article text, data collection and analysis, desk processing of the material, determining the age of fish, English translation; **I.V. Borkin** - final verification of the article, collecting material; **D.V. Bogdanov** – statistical data

processing, preparation of graphs and drawings, collecting material; A.A. Hozyaykin – hydrobiology and feed base.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Велдре, И.Р. О прогнозировании состояния запасов кильки и использовании их в Северо-Восточной Балтике и Финском заливе // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. – Рига, 1976. – Вып.12. – С. 59-88.
1. Veldre, I.R. On the prognosis of sprat stock state and its exploitation in the North-Eastern Baltic and in the Gulf of Finland // Fisheries research in the Baltic Sea basin. – Riga, 1976. – Issue 12. – Pp. 59-88.
2. Амосова, В.М. Анализ современного российского промысла шпрота в Балтийском море / В.М. Амосова, А.С. Зезера, Т.Г. Васильева // Труды ВНИРО. – 2020. – Т. 182. – С. 64-73. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-64-73.
2. Amosova, V.M. Analysis of the modern Russian sprat fishing in the Baltic Sea / V.M. Amosova, A.S. Zezera, T.G. Vasileva // Trudy VNIRO. – 2020. – Vol. 182. – Pp. 64-73. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-64-73.
3. Боркин, И.В. Распределение уловов и промысел шпрота в восточной части Финского залива в 2019 году / И.В. Боркин, И.А. Пожинская, А.Ф. Кузнецов // Труды ВНИРО. – 2021. – Т. 183. – С. 39-48. DOI: 10.36038/2307-3497-2021-183-39-48.
3. Borkin, I.V. Distribution of the catches and fishery of the Baltic sprat in the Eastern part of the Gulf of Finland in 2019 / I.V. Borkin, I.A. Pozhinskaya, A.F. Kuznetsov // Trudy VNIRO. – 2021. – Vol. 183. – Pp. 39-48. DOI: 10.36038/2307-3497-2021-183-39-48.
4. Боркин, И.В. Многолетняя динамика уловов и некоторые черты биологии шпрота (кильки) в восточной части Финского залива / И.В. Боркин, И.А. Пожинская, А.Ф. Кузнецов // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 2. – С. 40-45.
4. Borkin, I.V. Long-term dynamics of the commercial catches and biological characteristics of the Baltic sprat in the Eastern part of the Gulf of Finland / I.V. Borkin, I.A. Pozhinskaya, A.F. Kuznetsov // Fisheries. – 2018. – № 2. – Pp. 40-45.
5. Амосова, В.М. О перспективах развития отечественного промысла шпрота в Балтийском море до 2025 г. / В.М. Амосова, Т.Г. Васильева, А.С. Зезера // Труды ВНИРО. – 2018. – Т. 171. – С. 39-55.
5. Amosova, V.M. Prospects of development of domestic sprat fishery in the Baltic Sea 2025 / V.M. Amosova, T.G. Vasileva, A.S. Zezera // Trudy VNIRO. – 2018. – Vol. 171. – Pp. 39-55.
6. Грауман, Г.Б. О весеннем и летнем нересте балтийского шпрота в годы с разными гидрологическими режимами / Г.Б. Грауман, А.Г. Поливайко, К.М. Лишева // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. – Рига, 1983. – Вып.18. – С. 49-61.
6. Grauman, G.B. On spring and summer spawning of the Baltic sprat in years with different hydrological regimes / G.B. Grauman, A.G. Polivaiko, K.M. Lisheva // Fisheries researches in the Baltic Sea basin. – Riga, 1983. – Issue 18. – Pp. 49-61.
7. Пожинская, И.А. Особенности морфологии шпрота (*Sprattus sprattus balticus* (Schneider 1908)), обитающего на границе ареала в восточной части Финского залива // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности РФ: материалы V Нац. науч.-техн. конф. – Владивосток, 2022. – С. 90-96. – URL: <http://www.dalrybvtuz.ru/Conference> (дата обращения: 18.02.2022).
7. Pozhinskaya, I.A. Morphological features of the Baltic Sprat (*Sprattus sprattus balticus* (Schneider 1908)) living on the border of its area in the Eastern Part of the Gulf of Finland // Innovative development of the Fishing industry in the context of ensuring food security of Russian Federation: Materials of the V National Scientific and Technical Conference. – Vladivostok, 2022. – Pp. 90-96. – URL: <http://www.dalrybvtuz.ru/Conference> (accessed 09.02.2022).
8. Апс, Р.А. Возраст и рост балтийского шпрота / Р.А. Апс. – Рига: ABOTC, 1986. – 56 с.
8. Aps, R.A. The age and growth of the Baltic sprat / R.A. Aps. – Riga: AVOTS, 1986. – 56 p.
9. Метод. пособие по сбору и первичной обработке биостатистических материалов на промысловых судах в юго-восточной части Балтийского моря / И.В. Карпушевский, В.В. Константинов, В.М. Амосова, А.С. Зезера [и др.]. – Калининград: Атлант НИРО, 2013. – 81 с.
9. Toolkit on the collection and primary processing of biostatistical materials on fishing vessels in the southeastern part of the Baltic Sea / I.V. Karpushevskij, V.V. Konstantinov, V.M. Amosova, A.S. Zezera and others. – Kaliningrad: Atlant NIRO, 2013. – 81 p.
10. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
10. Lakin, G.F. Biometrics / G.F. Lakin. – M.: High School, 1990. – 352 p.
11. Метод. рекомендации по контролю за состоянием рыбных запасов и оценке численности рыб на основе биостатистических данных. – М.: Гос. ком. РФ по рыболовству. ВНИРО. ЦУРЭН, 2000. – 36 с.
11. Methodical recommendations for monitoring the state of fish stocks and estimation of the fish number on the base of the biostatistical data. M.: St. Committee of the RF for Fisheries. VNIRO. CUREN, 2000. – 36 p.
12. Метод. рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Под ред. Г.Г. Винберга, Г.М. Лаврентьевой. – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 33 с.
12. Methodical recommendations for collecting and processing of the materials in hydrobiological studies in freshwater reservoirs. Zooplankton and its production / edited by G.G. Vinberg, G.M. Lavrentieva. – L.: GosNIORKh, 1984. – 33 p.
13. Промысловые рыбы России в 2 т. / под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра, Б.Н. Котенева. – М.: ВНИРО, 2006. – Т. 1. – 656 с.
13. Commercial fish of Russia in 2 vol. / edited by O.F. Gritsenko, A.N. Kotlyar, B.N. Kotenev. – M.: VNIRO, 2006. – Vol. 1. – 656 p.
14. Амосова, В.М. Обоснование общего допустимого улова (ОДУ) шпрота (кильки) (*Sprattus sprattus balticus*) на 2020 г. / В.М. Амосова, Т.Г. Васильева (АтлантНИРО). – ИКЕС. – 2018. – С. 35-40.
14. Amosova, V.M. Justification of the total allowable catch of the sprat (*Sprattus sprattus balticus*) for 2020 / V.M. Amosova, T.G. Vasileva (AtlantNIRO). – ICES. – 2018. – Pp. 35-40.
15. Ojaveer, E. Sprat, *Sprattus Sprattus balticus* (Schn., 1908) / E. Ojaveer, R. Aps // Fishes of Estoni. – edited by E. Ojaveer, E. Pihu, T. Saat. – Tallinn, 2003. – Pp. 79-87.
16. Патокина, Ф.А. Питание и пищевые взаимоотношения балтийской сельди и балтийского шпрота в юго-восточной части Балтийского моря / Ф.А. Патокина, В.Н. Фельдман // Промыслово-биологические исследования Атлант НИРО в Балтийском море в 1996-1997 гг. Труды Атлант НИРО. – Калининград, 1998. – С. 25-30.
16. Patokina, F.A. Feeding and trophic relations of the Baltic herring (*Clupea harengus membras* L.) and Baltic sprat (*Sprattus sprattus balticus* Shchneider) in the South-Eastern Baltic Sea / F.A. Patokina, V.N. Feldman // Fisheries biological researches by AtlantNIRO in the Baltic Sea during 1996-1997. – Trudy AtlantNIRO. – Kaliningrad, 1998. – Pp. 25-30.
17. Баранова, Л.П. Питание салаки и балтийского шпрота восточной части Финского залива как двух конкуртирующих видов / Л.П. Баранова, А.Н. Попов, А.С. Яковлев // Тезисы докладов X съезда Гидробиологического общества при РАН. – Владивосток, 2009. – 2 с.
17. Baranova, L.P. Feeding of the Baltic herring and the Baltic sprat in the Eastern Part of the Gulf of Finland as two competing species / L.P. Baranova, A.N. Popov, A.S. Yakovlev // Theses of reports of the X Congress of the Hydrobiological Society at Russian Academy of Science. – Vladivostok, 2009. – 2 p.
18. Leaflet Map data © Open Street Map contributors, Lyrk. - URL: <http://www.world-weather.ru> / Весь мир / Эстония / Погода в Тойла (дата обращения 20.03.2022).
18. Leaflet Map data © Open Street Map contributors, Lyrk. - URL: <http://www.world-weather.ru> / The whole world / Estonia / Weather in Toyla (accessed 20.03.2022).

# Количественные характеристики гидробионтов и молоди рыб шельфовой зоны Северного Сахалина (обзор)

## Часть 1.

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-32-38

**В.Б. Воронков** –  
эксперт направления;

**О.А. Давыдова** –  
главный специалист –

Общество с ограниченной  
ответственностью «Арктический  
научно-проектный центр  
шельфовых разработок» (ООО  
«Арктический научный центр»),  
Россия

✉ VB\_Voronkov@arc.rosneft.ru;  
OA\_Davydova@arc.rosneft.ru

QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF HYDROBIONTS AND JUVENILE FISH  
OF THE NORTH SAKHALIN SHELF (REVIEW). PART 1.

V.B. Voronkov – expert;

O.A. Davydova – chief specialist –

Limited Liability Company «Arctic Research and Design Center of Shelf Development»  
(LLC «Arctic Research Center»), Russia

The article presents a review of published materials and results of specialized ecological and fishery research for the period 1950-2021, containing data on abundance and biomass of the main groups of hydrobionts (phytoplankton, zooplankton, zoobenthos), larvae and young fish in different shelf areas of northern and northeastern Sakhalin Island. Regularities of distribution of different plankton groups by shelf areas and by different water, horizons are considered. Quantitative indicators of systematic groups of hydrobionts and juvenile fish of different shelf areas are compared. The work summarizes the materials on the Zapadno-Shmidtovsky and Deryuginsky license areas, Yuzhno-Kirinsky hydrocarbon field and others.

### Ключевые слова:

Охотское море, шельф северной и северо-восточной части о. Сахалин, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, личинки и молодь рыб

### Keywords:

Sea of Okhotsk, shelf of the northern and northeastern part of Sakhalin, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, larvae and juvenile fish

## ВВЕДЕНИЕ

Шельфовая зона острова Сахалин – важнейший на Дальнем Востоке России участок Охотского моря, являющегося с одной стороны важным объектом на гула и промысла рыб и промысловых беспозвоночных, а с другой – местом разведки и добычи полезных ископаемых. Учитывая возрастающее антропогенное воздействие на шельфовые участки северной части Сахалина, очень важное значение приобретает изучение состояния и динамики биоты этой акватории Охотского моря.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Фитопланктон

Шельфовая зона Сахалина – один из наиболее продуктивных районов Охотского моря [3; 4; 10].

Основными представителями фитопланктона Охотского моря являются ранневесенние виды *Thalassiosira nordenskioeldii*, *Th. gravida*, *Th. decipiensis*, *Th. hyaline*, *Bacterosira fragilis*, *Fragilaria islandica*, *F. striata*, *F. oceanica*, *Coscinodiscus oculus iridis*, *Asterionella kariana*. С прогревом вод к ним добавляются поздневесенние виды рода *Chaetoceros* (*Ch. subsecundus*, *Ch. debilis*) [14]. Летом, на смену холод-

новодным видам, приходят бореальные, умеренно холодноводные виды: *Ch. compressus*, *Ch. constrictus*, *Ch. laciniatus*, *Ch. radicans*, *Rhizosolenia setigera* и другие [10]. Благодаря влиянию амурских вод, которое в определенные моменты может оказаться очень далеко от географического устья р. Амур, на два градуса к северу от п-ова Шмидта, можно встретить некоторые эвригалинные элементы, характерные для Амурского лимана (*Ditylum brightwellii*, *Rhizosolenia delicatula*) [5].

В шельфовой зоне Западно-Шмидтовского участка в 2006 г. обнаружено 176 видов и внутривидовых таксонов, представленных семью отделами: динофитовые (*Dinophyta*), диатомовые (*Bacillariophyta*), зеленые (*Chlorophyta*), криптофитовые (*Cryptophyta*), золотистые (*Chrysophyta*), сине-зеленые (*Cyanophyta*) и эвгленовые (*Euglenophyta*). По количеству видов преобладали динофитовые (84 вида и внутривидовых таксонов) и диатомовые (76), составляющие вместе 91% от общего числа видов. Остальные отделы были представлены относительно небольшим числом видов: зеленые – 6, криптомонадовые – 4, золотистые, сине-зеленые и эвгленовые – по одному виду. Фитопланктон на Дерюгинском участке

в 2021 г. был представлен 123 видами и внутривидовыми таксонами микроводорослей из шести отделов: диатомовые (*Bacillariophyta*), миозоя (*Miozoa*), зеленые (*Chlorophyta*), охрофитовые (*Ochrophyta*), криптофитовые (*Cryptophyta*) и эвгленовые (*Euglenozoa*). Ведущее место по количеству видов занимали диатомовые (64 вида и внутривидовых таксона) и миозой (50). Последние были представлены одним классом *Dinophyceae* (динофитовые). Остальные отделы были менее разнообразны. Так, зеленые и охрофитовые включали по три таксона, криптофитовые и эвгленовые – по два.

Биомасса весеннего сетного фитопланктона составляла 200-500 мг/м<sup>3</sup>, летнего – в разные годы по-разному – 200-1000 мг/м<sup>3</sup> (в 1986 г.), менее 50 мг/м<sup>3</sup> (1988 г.) [3]. В августе-октябре 1949 г. биомасса в прибрежной зоне севера Сахалина составляла 100-500 мг/м<sup>3</sup>, но к концу октября была менее 50 мг/м<sup>3</sup> [10]. Маркина и Чернявский дают очень высокую количественную оценку фитопланктона для данного района. В среднем биомасса здесь составляет более 1 г/м<sup>3</sup> [8]. В районе Южно-Киринского месторождения предельные значения численности составляли 5,159-148,469 тыс. кл./л, биомассы – 10,176-39,341 мг/м<sup>3</sup>. Средняя численность составляла 67,881 тыс. кл./л, средняя биомасса – 24,488 мг/м<sup>3</sup>. Количественные характеристики фитопланктона, по результатам эколого-рыбохозяйственной съемки в августе 2006 г., на акватории Западно-Шмидтского участка были незначительными. Предельные величины численности составляли 0,212-54,598 тыс. кл./л, биомассы – 0,856-84,671 мг/м<sup>3</sup>.

В районе Дерюгинского участка в 2021 г. численность колебалась в пределах 74,72-974,16 тыс. кл./л, биомасса – 309,11-3595,26 мг/м<sup>3</sup>. Средняя численность составляла 322,49 тыс. кл./л, средняя биомасса – 958,85 мг/м<sup>3</sup>. В октябре фитопланктон малочислен. Численность микроводорослей варьирует от 38,4 тыс. кл./л до 358 тыс. кл./л, биомасса – от 156 до 5520 мг/м<sup>3</sup>, средняя численность за октябрь составляет 124,9 тыс. кл./л, биомасса – 1156 мг/м<sup>3</sup>.

По данным исследований 2019 г., на шельфе северо-восточного Сахалина [12] численность фитопланктона колебалась в пределах 3,154-190,542 тыс. кл./л, биомасса – 31,895-568,126 мг/м<sup>3</sup>. Средняя численность составляла 62,763 тыс. кл./л, средняя биомасса – 140,84 мг/м<sup>3</sup>.

На лицензионном участке «Южно-Лунский» в августе 2015 г. [1] численность фитопланктона в поверхностном слое варьировала в диапазоне 789-7040 тыс. кл./л, биомасса – 1,66-8,78 мг/л. В слое пикноклина численность водорослей варьировала в диапазоне 754-15362 тыс. кл./л, биомасса – 1,96-14,87 мг/л. Средняя численность фитопланктона в поверхностном слое составляла 4017 тыс. кл./л, средняя биомасса – 5,76 мг/л, в слое пикноклина средняя численность была 5639 тыс. кл./л и биомасса – 7,10 мг/л.

В период с 25 октября по 1 ноября 2014 г. на северо-восточном шельфе Сахалина в районе Киринского ГКМ [7] видовой состав фитопланктона формировали два отдела микроводорослей: динофитовые (*Dinophyta*) и диатомовые (*Bacillariophyta*). Обнаружено 22 вида и внутривидовых таксонов микроводорослей.

В статье представлен обзор опубликованных материалов и результатов специализированных эколого-рыбохозяйственных исследований за период 1950-2021 гг., содержащих сведения по численности и биомассе основных групп гидробионтов (фитопланктон, зоопланктон, зообентос), личинок и молоди рыб на различных участках шельфа северной и северо-восточной части острова Сахалин, в том числе инициированных ПАО «НК «Роснефть». Рассматриваются закономерности распределения различных групп планктона по участкам шельфа и по различным горизонтам воды. Производится сравнение количественных показателей систематических групп гидробионтов и молоди рыб различных участков шельфа. В работе обобщаются материалы по Западно-Шмидтовскому и Дерюгинскому лицензионным участкам, Южно-Киринскому месторождению и другим.

рослей. Сообщество фитопланктона характеризовалось высокими количественными показателями численности и биомассы. Численность здесь колебалась в пределах (в среднем) 34,666-285,483 тыс. кл./л, биомасса (в среднем) – 2 557,5-36 365,8 мг/м<sup>3</sup>.

На акватории Западно-Шмидтовского участка в вертикальном распределении фитопланктона существенных изменений не наблюдалось (табл. 1). Значения количественных показателей практически с глубиной не изменялись. Средняя численность у поверхности составляла 8,736 тыс. кл./л, биомасса – 22,191 мг/м<sup>3</sup>. В промежуточном слое эти показатели составляли 7,993 тыс. кл./л и 18,835 мг/м<sup>3</sup>, в придонном – 7,106 тыс. кл./л и 22,535 мг/м<sup>3</sup>, соответственно.

Корреляционный анализ вертикального распределения показал высокую достоверную зависимость количественных показателей фитопланктона в придонном и поверхностном слоях и отсутствие ее с промежуточным слоем. При этом средние значения по слоям были очень близкими.

В вертикальном распределении фитопланктона на Южно-Киринском участке тенденции тяготения микроводорослей к определенному слою воды не наблюдалось. В поверхностном слое численность изменилась от 13,741 до 147,574 тыс. кл./л. В слое скачка максимальная численность составляла 148,469 тыс. кл./л, у дна – 25,049 тыс. кл./л. В среднем наименьшие величины показателей развития фитопланктона были зарегистрированы в придонном слое. Анализ вертикального распределения на Дерюгинском участке (табл. 2) показал, что на большинстве станций микроводоросли концентрировались в слое скачка, где обильно развивались колониальные диатомовые, при доминировании *N. septentrionales*. В то же время в северо-западной, центральной и юго-восточной частях исследуемого района превалирование микроводорослей наблюдалось у поверхности воды. В среднем наименьшие величины показателей развития фитопланктона были зарегистрированы в придонном слое.

На данном участке корреляционный анализ показал достоверную обратную зависимость только для численности фитопланктона у дна и зоны скачка температур.

**Таблица 1.** Количественные характеристики фитопланктона на шельфе Западно-Шмидтовского участка в 2006 году / **Table 1.** Quantitative characteristics of phytoplankton on the shelf of the Zapadno-Schmidt site in 2006

Слои воды	Численность, тыс. кл./л			Биомасса, мг/м <sup>3</sup>		
	Поверхн.	Зона скачка	Придон.	Поверхн.	Зона скачка	Придон.
Точки исследований	1	2	3	1	2	3
7	2,02	2,12	6,11	14,95	15,06	23,03
8	3,32	4,23	6,75	4,29	19,94	12,43
13	1,75	0,29	0,58	3,15	1,93	3,61
14	3,4	3,19	3,92	17,67	8,66	11,76
15	0,33	5,47	6,2	0,86	19,86	22,44
16	9,05	4,83	4,46	21,4	15,72	31,41
17	17,03	4,37	5,83	40,16	29,55	21,77
18	3,25	3,2	6,01	13,1	8,64	27,31
23	2,15	1,08	0,21	9,5	7,29	2,45
24	11,24	1,93	2,56	23,63	7,22	20,7
25	0,25	0,69	0,89	3,71	4,59	6,76
29	2,95	1,99	8,51	9,64	9,01	23,16
30	4,33	2,46	2,47	13,82	16,51	8,43
31	7,41	5,9	2,59	16,31	15,56	24,84
35	12,7	18,12	29,89	22,41	31,69	73,24
36	6,88	4,56	8,35	31,24	11,42	55,72
37	12,72	8,74	12,54	43,91	41,73	22,62
40	7,09	1,14	12,75	14,97	5,49	42,07
41	4,19	7,78	12,22	14,03	15,16	16,38
42	34,26	54,6	10,6	62,61	64,6	14,64
43	37,16	31,19	5,82	84,67	45,91	8,48
<b>Ср. знач.</b>	<b>8,74</b>	<b>7,99</b>	<b>7,11</b>	<b>22,19</b>	<b>18,84</b>	<b>22,54</b>
<b>Корреляция по глубине</b>	<b>1-2</b>	<b>1-3</b>	<b>2-3</b>	<b>1-2</b>	<b>1-3</b>	<b>2-3</b>
	<b>0,866</b>	<b>0,341</b>	<b>0,237</b>	<b>0,810</b>	<b>0,047</b>	<b>0,027</b>

**Таблица 2.** Количественные характеристики фитопланктона на шельфе Дерюгинского участка в 2021 году / **Table 2.** Quantitative characteristics of phytoplankton on the shelf of the Deryuginsky site in 2021

Слои воды	Численность, тыс. кл./л			Биомасса, мг/м <sup>3</sup>		
	Поверхн.	Зона скачка	Придон.	Поверхн.	Зона скачка	Придон.
Точки исследований	1	2	3	1	2	3
MAL-1	487,13	357,18	167,48	1416,78	1223,84	451,62
MAL-2	195,9	140,23	152,77	481,76	339,11	401,39
MAL-3	278,94	974,16	159,34	635,77	3585,06	721,1
MAL-4	266,05	818,56	286,31	498,61	3595,26	818,43
MAL-5	315,93	245,72	74,72	677,33	1017,65	350
MAL-6	162,49	296,55	215,46	400,73	955,31	510,34
MAL-7	185,03	775,57	230,72	319,8	1340,87	679,79
MAL-8	118,36	490,17	265,12	405,26	1166,1	815,08
MAL-9	404,29	292,64	76,53	1323,51	1508,19	309,11
MAL-10	438,4	714,12	88,88	517,32	1721,71	578,83
<b>Ср. знач.</b>	<b>285,25</b>	<b>510,49</b>	<b>171,73</b>	<b>667,69</b>	<b>1645,31</b>	<b>563,57</b>
<b>Корреляция по глубине</b>	<b>1-2</b>	<b>1-3</b>	<b>2-3</b>	<b>1-2</b>	<b>1-3</b>	<b>2-3</b>
	<b>-0,020</b>	<b>0,358</b>	<b>-0,638</b>	<b>-0,041</b>	<b>0,603</b>	<b>-0,559</b>

Корреляционный анализ количественных показателей на Южно-Лунском участке в 2015 г. [1] также показал отсутствие зависимости значений в поверхностном слое и зоне скачка (корреляция для численности 0,149 и для биомассы – 0,210).

Вертикальное распределение численности и биомассы фитопланктона в поверхностном и придонном слоях в районе Киринского ГКМ характеризовалось активным развитием тех же видов, что и в промежуточном слое (табл. 3). Однако, наибольшие их значения отмечены в промежуточном слое (и, возможно, их указать). Это объясняется массовым развитием следующих видов диатомовых водорослей: *Chaetoceros affinis*, *C. didymus*, *Chaetoceros spp.*, *Coscinodiscus granii* и *Coscinodiscus spp.*, *Cylindrotheca closterium* и *Skeletonema costatum*.

Или так, в зависимости от того, как понимаются авторами эти материалы: Вертикальное распределение численности и биомассы фитопланктона в поверхностном и придонном слоях в районе Киринского ГКМ характеризовалось активным развитием тех же видов, что и в промежуточном слое (табл. 3). Это объясняется массовым развитием следующих видов диатомовых водорослей: *Chaetoceros affinis*, *C. didymus*, *Chaetoceros spp.*, *Coscinodiscus granii* и *Coscinodiscus spp.*, *Cylindrotheca closterium* и *Skeletonema costatum*. Однако, наибольшие их значения отмечены в промежуточном слое.

На данном участке корреляционный анализ показал отсутствие достоверной зависимости по всем параметрам численности и биомассы. Данный факт,

вероятнее всего, связан с более равномерным вертикальным распределением фитопланктона в поздний осенний период.

### Зоопланктон

Ряд исследований, проведенных в шельфовых водах северо-восточного и северного Сахалина, свидетельствуют о высоком уровне таксономического разнообразия планкtonных форм в течение всего года, в том числе в районе Киринского ГКМ [2; 3]. Период с середины весны по первую половину осени является временем максимального обилия зоопланктона [14; 15]. Этот период для Киринского участка приходится на июнь-конец ноября.

Исследования, проведенные в шельфовых водах северо-восточного Сахалина, свидетельствуют о высоком уровне таксономического разнообразия планкtonных форм в течение всего года [2; 3], а период с серединой весны по первую половину осени является временем максимального обилия зоопланктона [13; 14; 16]. По результатам гидробиологических съемок СахНИРО, выполненных на Киринском участке в весенний, летний и осенний периоды 2009-2011 гг., в уловах отмечено 22 фаунистических группы уровня тип-отряд. В вегетационный период (весна-лето-осень) выделено около 170 форм планкtonных, некто-бентических и вагильных бентосных беспозвоночных (*Mysidacea*, *Isopoda*, *Ciliacea* и *Gammaridea*) и личинок рыб, а также 27 форм меропланктона (личинок донных полихет, десятиногих

**Таблица 3.** Количественные характеристики фитопланктона на северо-восточном шельфе Сахалина в районе Киринского ГКМ в осенний период 2014 года / **Table 3.** Quantitative characteristics of phytoplankton on the northeastern shelf of Sakhalin in the Kirinsky GCM area in the autumn period of 2014

Слои воды	Численность, тыс. кл./л			Биомасса, мг/м <sup>3</sup>		
	Поверхн.	Зона скачка	Придон.	Поверхн.	Зона скачка	Придон.
Точки исследований	1	2	3	1	2	3
1	205400	227100	141800	23639,7	24840,3	16018,8
2	217500	191300	249100	24262,4	20339,7	25741,2
3	165900	159500	178600	19230,5	18999,8	20071,8
4	89500	72500	58500	8993,7	7368,7	5384,0
5	293000	244500	28250	30651,8	25296,3	2071,5
6	149500	187800	37750	18297,5	20303,4	3183,0
7	44250	33500	26250	3335,7	2463,3	1873,6
8	257500	225500	177300	24396,3	23068,8	17975,7
9	43500	314000	67750	3020,9	32099,8	7120,4
10	40250	223000	208850	3129,0	24374,7	24244,1
11	34250	231250	241250	2677,7	26540,3	28092,2
12	41250	172050	225350	3215,9	19615,7	25653,0
13	430450	186500	239500	24390,2	22532,3	23815,0
14	17650	147400	17200	21406,3	19933,0	21182,8
23	56750	64250	150500	6096,9	4937,0	16720,1
24	175550	63500	225350	19619,4	6319,6	25653,0
25	77250	105500	186000	5609,9	9330,7	22516,6
Ср. знач.	137615	167597	144664	14233,8	18139,0	16901,0
Корреляция по глубине	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3
	0,224	0,222	0,080	0,239	-0,044	0,115

раков, усоногих раков, иглокожих и моллюсков). По составу и видовой структуре зоопланктон Киринской площади характеризуется хорошо выраженной сезонностью в развитии, с преобладанием холодноводной субарктической и высокобореальной фауны. В ограниченный летний период наблюдается сезонное изменение структуры, связанное с повышением значения умерено холодноводной бореальной и амфибогреальной фауны, представленной, в частности, тихоокеанскими и дальневосточными видами.

По данным ФГУП СахНИРО, в августе 2002 г. биомасса зоопланктона в прибрежной части северо-восточного района Охотского моря (с глубинами до 20 м) изменялась от 79,4 до 176,3 мг/м<sup>3</sup>. В мористой зоне (глубины до 100-150 м) биомасса зоопланктона достигала 756,71 мг/м<sup>3</sup>. В июле-августе 2003 г. на акватории лицензионного участка «Кайганско-Васюканское-море» были обнаружены представители 15 основных групп зоопланктона. Самой массовой и абсолютно доминирующей группой были копеподы, на их долю приходилось 92,9% численности и 62,3% биомассы всего зоопланктона. Численность зоопланктона в среднем составила 1783,18 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 185,07 мг/м<sup>3</sup>. В июле-сентябре 2004 г. средняя величина биомассы зоопланктона за период с июня по октябрь, с учетом средних показателей по району проведения работ, составляет около 138,5 мг/м<sup>3</sup>. В августе 2019 г. численность зоопланктона была умеренно высокой и на различных станциях варьировалась от

0,3 до 1,9 тыс. экз./м<sup>3</sup>, значения биомассы колебались в пределах от 260 до 1350 мг/м<sup>3</sup>, в среднем численность и биомасса составляли 0,7 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 560 мг/м<sup>3</sup>, соответственно.

На лицензионном участке «Дерюгинский» в августе 2016 г. численность зоопланктона изменялась в широких пределах от 0,46 до 150,34 тыс. экз./м<sup>3</sup>, в среднем – 19,60 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Биомасса зоопланктона варьировалась также в широких пределах и была распределена на станциях неравномерно, изменяясь в диапазоне от 167 мг/м<sup>3</sup> до 8562 мг/м<sup>3</sup>, в среднем – 1234,2 мг/м<sup>3</sup>.

Численность и биомасса зоопланктона в районе исследований значительно изменились в пределах лицензионного участка «Южно-Лунский» в 2015 г. [1]. Численность зоопланктона по данным тотальных ловов от дна до поверхности на разных станциях колебалась от 5,4 до 19,3 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса – от 267 до 1124 мг/м<sup>3</sup>, в среднем численность и биомасса зоопланктона составляли 11,9±0,8 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 616±56 мг/м<sup>3</sup>, соответственно. Численность и биомасса зоопланктона в поверхностном слое, по данным горизонтальных ловов, были значительно ниже, чем по данным тотальных ловов, и составляли 3,5±0,3 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 105±10 мг/м<sup>3</sup>.

Зоопланктон прибрежных вод восточно-сахалинского шельфа до глубины 50 м, включая район Лунского месторождения [6], характеризуется значительным таксономическим богатством и разнообразием. Идентифицировано 86 видов голопланктона. Наиболее богато представлены веслоногие

**Таблица 4.** Основные количественные показатели таксономических групп зоопланктона шельфовой зоны Западно-Шмидтовского участка в 2006 году / **Table 4.** Main quantitative indicators of taxonomic groups of zooplankton of the shelf zone of the West Schmidt site in 2006

№	Группы организмов	Численность, экз./м <sup>3</sup>		Биомасса, мг/м <sup>3</sup>		Количество видов	
		Верхн.	Нижн.	Верхн.	Нижн.	Верхн.	Нижн.
1	<i>Amphipoda</i>	0,2	0,1	1,148	0,727	2	1
2	<i>Bivalvia</i>	370,6	26,8	3,706	0,268	1	1
3	<i>Chaetognatha</i>	34,3	22,7	45,371	28,15	1	1
4	<i>Cirripedia</i>	198,9	74	36,191	23,551	2	2
5	<i>Cladocera</i>	692,5	17	14,318	0,311	2	2
6	<i>Coelenterata</i>	93	3,5	173,978	3,68	5	5
7	<i>Copepoda</i>	49646,5	4226,7	1808,929	324,815	24	21
8	<i>Cumacea</i>	0	0	0,059	0	1	0
9	<i>Decapoda</i>	0,3	0,1	0,497	0,117	3	5
10	<i>Echinodermata</i>	192,6	15,4	1,926	0,154	2	1
11	<i>Euphausiacea</i>	386,5	61,3	34,16	32,041	1	1
12	<i>Foraminifera</i>	3,4	1,8	0,051	0,028	1	1
13	<i>Gastropoda</i>	2281,7	138,8	114,087	6,938	1	1
14	<i>Isopoda</i>	3,9	0,5	5,91	0,771	1	1
15	<i>Pisces</i>	0,5	0,1	0,986	0,079	2	1
16	<i>Polychaeta</i>	28	27,1	1,399	1,357	2	4
17	<i>Protozoa</i>	129,5	13,2	0,363	0,037	2	2
18	<i>Pteropoda</i>	433,3	59,6	49,645	8,29	2	2
19	<i>Rotatoria</i>	193,2	0,4	0,541	0,001	1	1
20	<i>Tunicata</i>	63,3	2,3	1,201	0,031	2	2
		<b>Всего</b>	<b>54752,20</b>	<b>4691,40</b>	<b>2294,47</b>	<b>431,35</b>	<b>58</b>
		<b>Корреляция</b>	<b>1,000</b>		<b>0,988</b>		<b>0,983</b>

**Таблица 5.** Фаунистический состав и основные количественные характеристики зоопланктона на различных участках / **Table 5.** Faunal composition and main quantitative characteristics of zooplankton at various sites

№	Группа	Численность, экз./м <sup>3</sup>			Биомасса, мг/м <sup>3</sup>		
		Западно-Шмидтовский	Дерюгинский	Южно-Киринское	Западно-Шмидтовский	Дерюгинский	Южно-Киринское
	Год	2006 1	2021 2	2018 3	2006 1	2021 2	2018 3
1	<i>Amphipoda</i>	0,15	0,1	4	0,9375	1,283	16,09
2	<i>Bivalvia</i>	198,7	3	5	1,987	0,018	0,11
3	<i>Chaetognatha</i>	28,5	2	4	36,7605	28,14	13,25
	<i>Ciliophora</i>		3			0,023	
4	<i>Cirripedia</i>	136,45	137		29,871	1,633	
5	<i>Cladocera</i>	354,75			7,3145		
6	<i>Coelenterata</i>	48,25			88,829		
7	<i>Copepoda</i>	26936,6	5249	4882	1066,872	150,397	466,027
	<i>Ctenophora</i>		0,1			2,441	
8	<i>Cumacea</i>	0	3		0,0295	52,447	
9	<i>Decapoda</i>	0,2	5	0,3	0,307	1,354	0,01
10	<i>Echinodermata</i>	104	26		1,04	0,079	
11	<i>Euphausiacea</i>	223,9	1098	1	33,1005	36,362	8,9
12	<i>Foraminifera</i>	2,6			0,0395		
13	<i>Gastropoda</i>	1210,25	48	2,8	60,5125	2,874	0,08
	<i>Hydrozoa</i>		7	2		6,482	0,05
14	<i>Isopoda</i>	2,2	3		3,3405	1,174	
	<i>Mysidacea</i>			1			0,001
15	<i>Pisces</i>	0,3			0,5325		
16	<i>Polychaeta</i>	27,55	76		1,378	1,519	
17	<i>Protozoa</i>	71,35			0,2		
18	<i>Pteropoda</i>	246,45	1	0,2	28,9675	5,847	0
19	<i>Rotatoria</i>	96,8	12		0,271	0,033	
20	<i>Tunicata</i>	32,8	3	0,4	0,616	0,069	0,01
	<b>Всего</b>	<b>29721,80</b>	<b>6676,20</b>	<b>4902,70</b>	<b>1362,906</b>	<b>292,175</b>	<b>504,528</b>
	<b>Корреляция по участкам</b>	<b>1 - 2</b>	<b>1 - 3</b>	<b>2 - 3</b>	<b>1 - 2</b>	<b>1 - 3</b>	<b>2 - 3</b>
		<b>0,978</b>	<b>0,999</b>	<b>0,978</b>	<b>0,917</b>	<b>0,997</b>	<b>0,967</b>

раки (*Copepoda*) – не менее 40 видов и гидромедузы (*Cnidaria, Hydrozoa*) – 19 видов. Другие группы голопланктона (*Pteropoda, Chaetognatha, Appendicularia, Ctenophora, Euphausiacea, Hyperiida, Cladocera*) представлены двумя-тремя видами каждой. Средняя численность в осенний период 2012 г. составила 9,121 тыс. экз./м<sup>3</sup> и биомасса – 164,9 мг/м<sup>3</sup>.

Основу зоопланктона на северо-восточном шельфе Сахалина в районе Киринского ГКМ в октябре-ноябре 2014 г. [7] определяли глубоководные и эврибатные виды, с примесью прибрежных и эпипелагических. Зоопланктон исследуемой акватории в октябре-ноябре 2014 г. был представлен 40 обычными для данного района формами, преобладали копеподы, как по численности (92,25% общей средней), так и по биомассе (71,18%). Общая биомасса зоопланктона колебалась на разных станциях в пределах от 200,7 до 4852,7 мг/м<sup>3</sup>, а численность варьировала от 990 экз./м<sup>3</sup> до 19855 экз./м<sup>3</sup>.

Численность зоопланктона в верхнем слое акватории Западно-Шмидтовского участка составила в среднем 54752 экз./м<sup>3</sup>, изменяясь по станциям от 35015 до 120607 экз./м<sup>3</sup> (табл. 4). По численности преобладали веслоногие раки – до 49646 экз./м<sup>3</sup> и, в меньшей степени, пелагические личинки брюхоногих, двустворчатых моллюсков – 2652 экз./м<sup>3</sup> и кладоцер – 692 экз./м<sup>3</sup>. Общая биомасса зоопланктона в верхнем

слое составила 2294,46 мг/м<sup>3</sup>. Разброс значений биомассы наблюдался в пределах от 1735,5 до 4492,7 мг/м<sup>3</sup>. Численность зоопланктона в придонном горизонте составила в среднем 4691 экз./м<sup>3</sup>, что практически на порядок ниже, чем в приповерхностном. Предельные значения численности зоопланктона по станциям варьировали от 504 до 23194 экз./м<sup>3</sup>. Биомасса нижнего слоя также была значительно меньше, чем верхнего, при разбросе значений от 25,33 до 2276 мг/м<sup>3</sup>, среднее значение не превысило 431,35 мг/м<sup>3</sup>.

Несмотря на значительную разницу в количественном составе зоопланктона, в нижней и верхней зонах качественная структура является практически однородной, что подтверждают высокие коэффициенты корреляции.

Исследования зоопланктона Южно-Киринского ГКМ в 2018 г. (табл. 5) показали значительное видовое разнообразие с абсолютным доминированием голопланкtonных форм – около 95% от общего числа видов и практически 100% от общей численности и биомассы зоопланктона. Основу проб составляла крупная и средняя фракции, представленные массовыми видами дальневосточных морей. Доля некротического планктона, представленного отмершими организмами, не превышала 4,6% от общей численности. Средняя биомасса зоопланктона в поверхностном слое составляет 0,556 г/м<sup>3</sup>, в придонном – 0,369 г/м<sup>3</sup>.

На Дерюгинском участке в 2021 г., как по видовому составу, так и по численности/биомассе, на участке исследований преобладал ракковый гопланктон, представленный в основном копеподами и эвфаузиевыми раками (табл. 5). Причем, в обеих группах наблюдалось активное размножение и доминирование в уловах икры, науплиусов и младших копеподитных стадий. Среди копепод наиболее массовыми были представители надшельфового комплекса – *Metridia okhotensis* и *Calanus glacialis*. У обоих видов в это время преобладали неполовозрелые стадии. Доминирующая метридия формировала 19,6% (57,36 мг/м<sup>3</sup>) от общей биомассы зоопланктона при численности 31 экз./м<sup>3</sup> (0,5%).

Корреляционный анализ структуры зоопланктона, собранного на различных участках шельфа северо-восточного и северного Сахалина в разные годы, показывает практически абсолютную идентичность в структуре зоопланктона.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Вклад в работу авторов: В.Б. Воронков – идея статьи, сбор и анализ данных, подготовка статьи; О.А. Давыдова – подготовка статьи.*

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: V.B. Voronkov – formulation of the idea of the article and the direction of the work, preparation; processing and analysis of data; article preparation. O.A. Davydova – article preparation*

### Продолжение в следующем номере журнала

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Белан, Л.С. Сообщества макрообентоса в районе трассы морского трубопровода Луньского месторождения (шельф северо-восточного Сахалина) / Л.С. Белан, Т.А. Белан, Б.М. Борисов и др. // Изв. ТИНРО. – 2012. – Т. 171. – С. 175-185.
1. Belan, L.S. Communities of macrozoobenthos in the area of the route of the Lunskoye field offshore pipeline (shelf of northeastern Sakhalin) / L.S. Belan, T.A. Belan, B.M. Borisov et al. // Izv. TINRO. – 2012. – Vol. 171. – Pp. 175-185.
2. Волков, А. Ф. Среднемноголетние характеристики зоопланктона Охотского и Берингова морей и СЗТО (Межгодовые и сезонные значения биомассы, доминирование) / А.Ф. Волков // Известия ТИНРО. – 2008. – Т. 152. – С.253-270.
2. Volkov, A. F. Average long-term characteristics of zooplankton of the Okhotsk and Bering Seas and NWTO (Interannual and seasonal values of biomass, dominance) / A.F. Volkov // Izvestiya TINRO. - 2008. - Vol. 152. - Pp.253-270.
3. Горбатенко, К.М. Структура планктонных сообществ эпипелагиали Охотского моря в летний период // Изв. ТИНРО. – 1990. – Т. 111. – С. 103-113.
3. Gorbatenko, K.M. Structure of plankton communities of the epipelagic Sea of Okhotsk in the summer period // Izv. TINRO. – 1990. – Vol. 111. – Pp. 103-113.
4. Захарков, С.П. Содержание хлорина в морских осадках как индикатор палеопродуктивности / С.П. Захарков, А.А. Босин, С.А. Горбатенко // Вестник ДВО РАН. – 2007. – № 1. – С. 52-58.
4. Zakharkov, S.P. The content of chloride in marine sediments as an indicator of paleoproductivity / S.P. Zakharkov, A.A. Bosin, S.A. Gorbarenko // Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. – 2007. – No. 1. – Pp. 52-58.
5. Киселев, И.А. Фитопланктон дальневосточных морей как показатель особенностей их гидрологического режима // Труды ГОИ, 1947. – 1(13). – С. 189-212.
5. Kiselev, I.A. Phytoplankton of the Far Eastern seas as an indicator of the peculiarities of their hydrological regime // Proceedings of the GOI, 1947. – 1(13). – Pp. 189-212.
6. Комплексные морские инженерные изыскания для разработки проекта по объекту: «Обустройство Киринского ГКМ». – Южно-Сахалинск, 2012. – 259 с.
6. Complex marine engineering surveys for the development of a project for the object: "Arrangement of the Kirinsky gas station". – Yuzhno-Sakhalinsk, 2012. – 259 p.
7. Комплексные морские инженерные изыскания для разработки проекта по объекту: «Обустройство Киринского ГКМ». 2012. г. Южно-Сахалинск. 259 с.
7. Complex marine engineering surveys for the development of the project for the object: "Arrangement of the Kirinsky gas station". 2012. Yuzhno-Sakhalinsk. – 259 p.
8. Маркина, Н.П. Количественное распределение планктона и бентоса в Охотском море. / Н.П. Маркина, В.И. Чернявский // Известия ТИНРО, 1984. Т. 106. – С. 109-119.
8. Markina, N.P. Quantitative distribution of plankton and benthos in the Sea of Okhotsk. / N.P. Markina, V.I. Chernyavsky // Izvestiya TINRO, 1984. Vol. 106. – Pp. 109-119.
9. Микаэлян, А.С. Вертикальная структура фитопланктонных сообществ в Беринговом и Охотском морях. Комплексные исследования экосистемы Берингова моря: ред. В. В. Сапожников. / А.С. Микаэлян, М.В. Вентцель, Е.Е. Кокуркина – М.: Изд-во ВНИРО, 1995.
9. Mikaelyan, A.S. Vertical structure of phytoplankton communities in the Bering and Okhotsk Seas. Complex studies of the Bering Sea ecosystem: ed. by V. V. Sapozhnikov. / A.S. Mikaelyan, M.V. Ventzel, E.E. Kokurkina – M.: VNIRO Publishing House, 1995.
10. Смирнова, Л.И. Фитопланктон Охотского моря и Прикурильского района // Биологические исследования моря: Труды ИО.АН СССР, 1959. – Т. XXX. – С. 3-51.
10. Smirnova, L.I. Phytoplankton of the Sea of Okhotsk and Prikurilsky district // Biological studies of the sea: Proceedings of IO.USSR Academy of Sciences, 1959. – Vol. XXX. – Pp. 3-51.
11. Сорокин, Ю.И. Первичная продукция и гетеротрофный микропланктон в Охотском море / Ю.И. Сорокин, П.Ю. Сорокин, О.В. Сорокина, Т.И. Мамаева // Журнал общей биологии. –1995. Т. 5 – № 5. – С. 603-628.
11. Sorokin, Yu.I. Primary production and heterotrophic microplankton in the Sea of Okhotsk / Yu.I. Sorokin, P.Yu. Sorokin, O.V. Sorokina, T.I. Mamaeva // Journal of General Biology. -1995. Vol. 5 – No. 5. – Pp. 603-628.
12. Поисково-оценочная скважина № 1 Южно-Лунской площади. Технический отчет о выполненных инженерно-экологических изысканиях. – Москва, 2015. – 279 с.
12. Prospecting and evaluation well No. 1 of the Yuzhno-Lunskaya square. Technical report on the performed engineering and environmental surveys. – Moscow, 2015. – 279 p.
13. Программа морских комплексных инженерных изысканий на лицензионном участке, включающем месторождение Кайганско-Васюканское-море. – Южно-Сахалинск. – 289 с.
13. The program of marine integrated engineering surveys at the license area, including the Kaigansko-Vasyukanskoe-Sea deposit. – Yuzhno-Sakhalinsk. – 289 p.
14. Шунтов, В.П. Биология дальневосточных морей России. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2001. – Том 1. – 580 с.
14. Shuntov, V.P. Biology of the Far Eastern seas of Russia. – Vladivostok: TINRO-center, 2001. – Volume 1. – 580 p.
15. Шунтов, В.П., Волков А.Ф., Долганова Н.Т. и др. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастьбщного выращивания тихоокеанский лососей. Сообщение 2. Состав, запасы и динамика зоопланктона и мелкого нектон – кормовой базы тихоокеанских лососей // Изв. ТИНРО. – 2010. – Т. 160. – С.185-208
15. Shuntov, V.P., Volkov A.F., Dolganova N.T., etc. To substantiate the ecological capacity of the Far Eastern seas and Subarctic Pacific for pasture cultivation of Pacific salmon. Message 2. Composition, stocks and dynamics of zooplankton and small neoton – the food base of Pacific salmon // Izv. TINRO. – 2010. – Vol. 160. – Pp.185-208
16. Шунтов, В.П. Результаты мониторинга и экосистемного изучения биологических ресурсов дальневосточных морей России (1998-2002 гг.) / В.П. Шунтов, Л.Н. Бочаров, Е.П. Дулепова, А.Ф. Волков и другие // Известия ТИНРО. – 2003. – Т. 132. – С. 3-27.
16. Shuntov, V.P. Results of monitoring and ecosystem study of biological resources of the Far Eastern seas of Russia (1998-2002) / V.P. Shuntov, L.N. Bocharov, E.P. Dulepova, A.F. Volkov and others // Izvestiya TINRO. – 2003. – Vol. 132. – Pp. 3-27.

## Изучение состояния зоопланктона и зообентоса в акватории Азовского моря в позднеосенний период 2021 года

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-39-49

Аспирант **А.Г. Тригуб** – младший научный сотрудник, эксперт центра аквакультуры;

Кандидат биологических наук, доцент **М.В. Медянкина** – доцент кафедры;

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **И.А. Глебова** – заведующая кафедрой;

Кандидат биологических наук **Т.П. Хайрулина** – доцент кафедры –

факультет биотехнологий и рыбного хозяйства, кафедра экологии и природопользования Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (МГУТУ им. К.Г. Разумовского)

✉ 79263841762@yandex.ru

### Ключевые слова:

зоопланктон, зообентос, Азовское море, водные биологические ресурсы

### Keywords:

zooplankton, zoobenthos, Sea of Azov, aquatic biological resources

### STUDY OF THE STATE OF ZOOPLANKTON AND ZOOBENTHOS IN THE WATER AREA OF THE SEA OF AZOV IN THE LATE AUTUMN PERIOD OF 2021

Postgraduate student **A.G. Trigub** – Junior Researcher, expert of the Aquaculture Center; Candidate of Biological Sciences, Associate Professor **M.V. Medyankina** – Associate Professor of the Department; Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **I.A. Glebova** – Head of the Department; Candidate of Biological Sciences **T.P. Khairulina** – Associate Professor of the Department – Faculty of Biotechnology and Fisheries, Department of Ecology and Nature Management, *Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (MGUTU named after K.G. Razumovsky)*

The article presents the results of hydrobiological monitoring of the water area of the Sea of Azov in the late autumn period of 2021. The characteristics of the taxonomic composition and quantitative indicators of zooplankton and zoobenthos are given, the distribution of hydrobionts by dominant species is shown, and saprobity indicator species are noted.

### ВВЕДЕНИЕ

Азовское море – внутренний водоем, находится в умеренных широтах на южной окраине Русской равнины. Оно имеет малые размеры и малые глубины (площадь около 39 тыс. км<sup>2</sup>; средняя глубина – 8,5 м; максимальная – 13 м). При этом, для Азовского моря характерен большой приток суммарной солнечной радиации (от 4,9 до 5,3 тыс. МДж/м<sup>2</sup>) и положительный за год радиационный баланс, которые обуславливают относительно высокую температуру воды (11,5°C) [5]. А из-за актив-

ной циркуляции атмосферы характерно интенсивное ветровое перемешивание.

Азовское море имеет большой, относительно объема моря, приток речных вод, которые обогащены биогенными веществами речных вод. Это обуславливает положительный пресный баланс и пониженную, относительно океанической, соленость (11,6‰) и высокие концентрации биогенов (азот 1000 мг/дм<sup>3</sup>, фосфор 65 мг/дм<sup>3</sup>, кремний 570 мг/дм<sup>3</sup>) [5]. Так же высокая биопродуктивность моря была связана с наличием

огромных площадей русловых (большая часть которых в результате гидротехнического строительства потеряна), пойменных и лиманных нерестильщ проходных и полупроходных рыб.

До антропогенных изменений режима Азовского моря, в условиях оптимального диапазона солености, в зоопланктоне доминировали аборигенные виды, определяющие высокую продуктивность сообщества в целом. Большая часть биомассы сообщества формировалась за счет веслоногих ракообразных (*Soropoda*). Медузы, в виде мелкоразмерных гидроидных медуз, появлялись эпизодически и практически не влияли на структуру и функционирование азовской планктонной фауны. С повышением солености, в 1969-1977 гг. произошла смена аборигенных доминантных пресноводных и солоновато-водных видов менее продуктивными черноморскими мигрантами. Помимо этого, наблюдалось появление двух видов медуз – *Aurelia aurita* и *Rhizostoma pulmo*, хищничество которых привело к исчезновению летнего максимума биомассы веслоногих ракообразных. Последующие периоды опреснения и осолонения приводили к сменам соотношения солоновато-водного комплекса видов и черноморских мигрантов [1].

В целом, в последние годы отмечается снижение продуктивности сообществ планктона в Азовском море. Высокопродуктивные зоны сохранились только в крайней восточной (распресненной) части. В 2018-2020 гг. в Азовском море отмечена вспышка развития корнерота. За счет развития черноморских видов и появления в экосистеме вселенцев, произошло увеличение видового разнообразия и биомассы зообентоса [1].

Вследствие снижения пресного стока в бассейн Азовского моря, средняя соленость моря возросла с 10-11‰ в 2006 г. до 14-15‰ в 2017 году. В результате, в уловах ихтиопланктонных сетей перестали отмечаться представители проходных и полупроходных видов рыб, однако появились виды черноморского происхождения – ставрида и барабуля [8].

Изменение солености Азовского моря привело к преобладанию короткоциклических солоновато-водных видов рыб (тюлька, хамса, бычковые), которые и формируют основу промысловых уловов. При этом, численность аборигенных полупроходных форм (леща, судака, тарани и др.) сокращается, в связи с осолонением, ухудшением условий обитания и воспроизводства, уплотнением популяций и нерациональной промысловой деятельностью. Осолонение стало также причиной расселения ряда морских видов рыб (черноморских кефалей, калканы) и увеличения числа их находок в восточной части [3]. Промысловое значение имеют почти 40 видов рыб, и 25 из них могут быть отнесены к значимым для рыболовства [2].

В структуре промысла рыбных объектов Азовского моря важнейшую роль играют аборигенные проходные и полупроходные нерестовые мигранты, такие как лещ, судак, тарань, рыбец, черноморско-азовская проходная сельдь, аллохтонный карась серебряный, обосновался сравнительно

В статье приведены результаты гидробиологического мониторинга акватории Азовского моря в позднеосенний период 2021 г. Дано характеристика таксономического состава и количественных показателей зоопланктона и зообентоса, показано распределение гидробионтов по доминирующими видам, отмечены виды-индикаторы сапробности.

недавно. Родина последнего – пресные водоемы Востока и Юго-Востока Азии. Эти виды представляют наиболее востребованную часть рыбной продукции Азовского бассейна, их доля в общем объеме вылова рыб пресноводного комплекса, по данным промысловой статистики, составляет порядка 98% [16].

Ихтиофауна Азовского моря в настоящее время включает 103 вида и подвида рыб, относящихся к 76 родам, представлена проходными, полупроходными, морскими и пресноводными видами. Среди азовских проходных рыб имеются ценнейшие промысловые виды, такие как белуга, севрюга, сельдь, рыбец, русский осётр, бестер и шемая. К полупроходным рыбам относятся массовые виды, такие как судак, лещ, тарань, чехонь и некоторые другие, к морским видам – пеленгас, черноморский калкан, камбала-глосса, тюлька, перкарина, трёхглазая колюшка, длиннорылая рыбагла и все виды бычков. Также имеется большая группа морских рыб, заходящая из Чёрного моря, в том числе, совершающая регулярные миграции, азовская и черноморская хамса, черноморская сельдь, барабуля, сингиль, остронос, лобан, черноморский калкан, ставрида, скумбрия и другие. Пресноводные виды, такие как стерлядь, серебряный карась, щука, язь, уклейка и др., обычно обитают в опреснённых участках Азовского моря [13]. Азовское море до недавнего времени было самым продуктивным в мире рыбопромысловым водоемом, что, главным образом, определялось благоприятными физико-географическими и гидрометеорологическими условиями [5].

Бентосное сообщество, при естественном режиме рек (1940-1950-е гг.), было представлено следующими биоценозами: *Pontogammarsus*, *Lentidium*, *Mytilaster*, *Cerastoderma*, *Abra*, *Hydrobia*, *Nephrys*, *Balanus*, *Nereis*, *Dreissena*, *Monodacna*, *Nypaniola*, *Ostracoda* [1]. Так как определяющими факторами для развития зообентоса является кислородный режим и соленость, то в 1969-1976 гг. осолонение привело к колонизации черноморскими видами. Основу общей биомассы бентоса в этот период формировали моллюски *C. glaucum*, *Mytilaster lineatus* и *Mytilus galloprovincialis*. В 1978 г. появился двустворчатый моллюск-вселенец *Муя arenaria*. Последующие периоды опреснения и осолонения вносили корректизы в развитие бентофауны и проявлялись в перестройках сообществ пресноводного, солоноватоводного и морского комплексов. С 1989 г. в комплексе биотических факторов особое место занял новый вселенец – двустворчатый моллюск *Anadara kagoshimensis*. Снижение солености вод в 2000-2006 гг. привело к сокращению

сообществ церастодермы, мидии и вселенцев мии и анадары. С 2007 г. устойчивый рост солености в Азовском море стимулировал развитие морских гидробионтов [1]. В системе Роскомгидромета, для оценки качества вод по показателям зообентоса, наибольшее распространение получил метод расчета биотического индекса для р. Трент (БИ), разработанный Ф. Вудивиссом в 1964 году. В основу метода положено упрощение таксономической структуры биоценоза, по мере повышения уровня загрязнения вод за счет выпадения индикаторных таксонов, при достижении пределов их толерантности на фоне снижения общего разнообразия организмов, объединенных в так называемые группы Вудивисса. В качестве индикаторных групп были выбраны отряды веснянок, поденок, ручейников, два рода ракообразных (*Gammarus*, *Aselus*), а также – олигохеты семейства *Tubificidae* и хирономиды рода *Chironomus*. В группы Вудивисса входят: каждый вид плоских червей, класс олигохет (исключая род *Nais*), каждый вид пиявок, моллюсков, ракообразных, веснянок, поденок, жуков, клопов, личинок двукрылых (кроме хирономид и москек) вислокрылок, каждое семейство ручейников, семейства москек, хирономид (кроме *Chironomus thummi*), личинка *Chironomus thummi*.

Для Азовского моря характерна быстрая реакция на изменение речного стока и атмосферных процессов, определяющих большую пространственно-временную изменчивость не только гидрофизических и гидрохимических параметров, но и биологических характеристик [5], в том числе и натурализация видов-вселенцев [1]. Следовательно, необходимо проводить мониторинг изменений биоценозов, в том числе зоопланктона и зообентоса, как кормовой базы рыб, особенно в местах антропогенного воздействия. Несмотря на то, что зоопланктон и зообентос Азовского моря хорошо изучен, на участке, где предполагались исследования, регулярного мониторинга не ведётся.

Цель данной работы – проведение мониторинга состояния зоопланктона и зообентоса акватории Азовского моря в осенний период 2021 года.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отбор проб был проведен на 7 станциях в акватории Азовского моря в октябре 2021 года (рис. 1, табл. 1).

**Таблица 1.** Географические координаты станций мониторинга /  
**Table 1.** Geographical coordinates of monitoring stations

## Зоопланктон

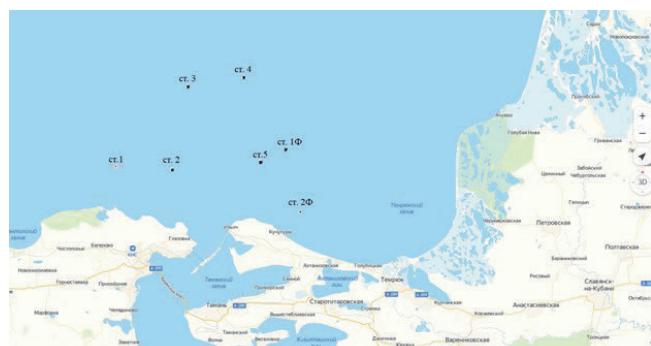
Пробы отбирали методом тотального вертикального облова от дна до поверхности с использованием планктонных сетей типа Джеди (размер ячей фильтрующего конуса 180 мкм, диаметр входного отверстия 37 см) [12; 14]. Всего было отобрано 7 проб. Данные пробы были сконцентрированы (с использованием концентратора и опрыскивателя) до стандартного объема и помещены в полиэтиленовые банки (объемом 100 мл), после чего зафиксированы 4%-ным раствором формальдегида на морской воде.

Для зоопланктона были определены следующие параметры: доля каждого вида в суммарной численности и биомассе, доминирующие виды по численности и биомассе, виды-индикаторы сапробности воды (поли-, мезо-, олиго-), общая численность организмов и их виды, общая биомасса видов.

Организмы идентифицировали до типов, классов, отрядов, по возможности – до родов и видов. В ряде случаев изготавливали временные препараты в глицерине. Общая схема обработки проб согласуется с основными методическими источниками [15]. В качестве основного определителя применяли «Определитель фауны Черного и Азовского морей» [10; 11] и электронный ресурс [17].

Зообентос

Пробы были отобраны в трехкратной повторности. Отбор проб зообентоса осуществлялся



### Рисунок 1. Схема расположения

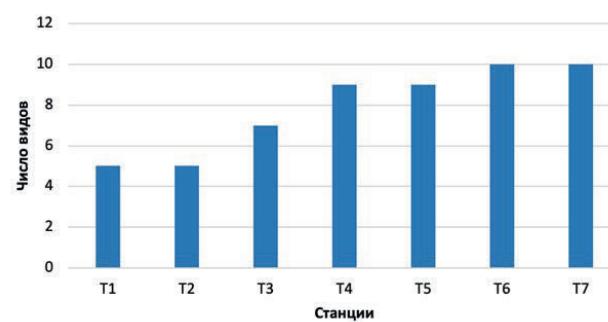
## станций мониторинга

**Figure 1.** Layout of monitoring stations

№ станции Зоопланктон/зообентос	№ станции на рис. 1	Широта, N	Долгота, E
T 1 / 1	Ст. 1	45.586831	36.346999
T 2 / 2	Ст. 2	45.570436	36.563979
T 3 / 3	Ст. 3	45.786071	36.621657
T 4 / 4	Ст. 4	45.809125	36.827936
T 5 / 5	Ст. 5	45.590205	36.887674
T 6 / 1Ф	Ст. 1Ф	45.623460	36.981058
T 7 / 2Ф	Ст. 2Ф	45.469069	37.027750

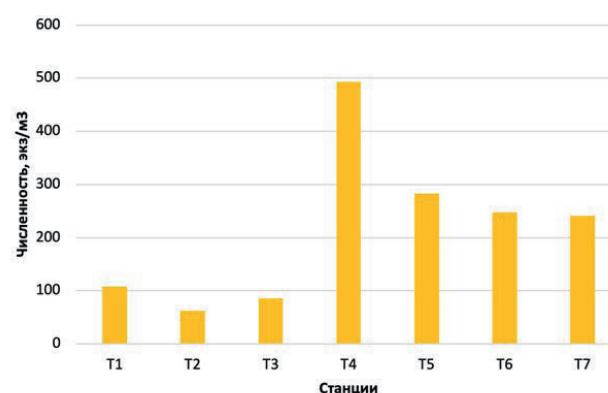
**Таблица 2.** Видовой состав зоопланктона на участке акватории Азовского моря /  
**Table 2.** Species composition of zooplankton in the water area of the Sea of Azov

Тип	Класс	Отряд	Вид
Foraminifera			
Crustacea	Copepoda	Calanoida	<i>Acartia clausi</i> (Giesbrecht, 1889) <i>Paracalanus parvus</i> (Claus, 1863) <i>Calanus euxinus</i> (Hulsemann, 1991)
		Cyclopoida	<i>Oithona similis</i> (Claus, 1866) <i>Oithona nana</i> (Giesbrecht, 1893) <i>Cyclopina gracilis</i> (Claus, 1863)
	Cladocera	Onychopoda	<i>Podonevadne trigona</i> (G.O. Sars, 1897)
	Malacostraca	Amphipoda	<i>Gmelina sp.</i>
Chaetognatha	Sagittoidea	Aphragmophora	<i>Parasagitta setosa</i> (J. Müller, 1847)
		Ювенильные стадии	
Crustacea	Thecostraca		<i>Cirripedia nauplii</i> <i>Cirripedia cypris</i>
Annelidae	Polychaeta		<i>Polychaeta larvae</i>



**Рисунок 2.** Изменчивость видового богатства зоопланктона на участке акватории Азовского моря

**Figure 2.** Variability of the species richness of zooplankton in the water area of the Sea of Azov



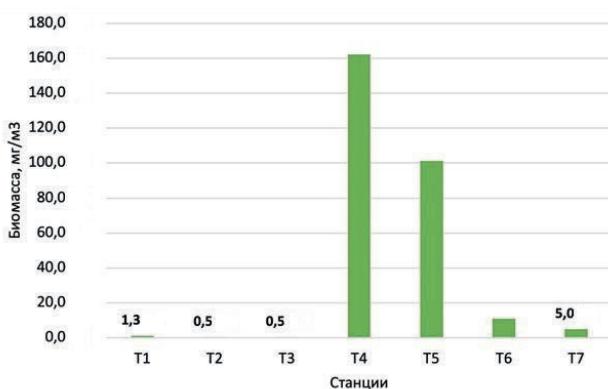
**Рисунок 3.** Изменчивость численности зоопланктона от глубины отбора проб на участке акватории Азовского моря

**Figure 3.** Variability of zooplankton abundance from sampling depth in the area of the Sea of Azov

с помощью дночерпателя «Ван-Вина» с площадью раскрытия  $0,1 \text{ м}^2$  [12; 14]. Грунт из дночерпателя помещали в полиэтиленовый поддон, после чего аккуратно промывали через капроновое сите с ячейй 0,5 мм. Оставшихся на сите, беспозвоночных с каменистой и ракушечной фракцией грунта и детритом помещали в полиэтиленовые банки (объемом от 100 мл до 1 л, в зависимости от размера пробы) и фиксировали 4%-ным раствором формальдегида в морской воде, нейтрализованном тетраборатом натрия. В лаборатории пробы анализировали в камере Богорова под стереомикроскопом Микромед MC3 Zoom LED. Идентификацию организмов проводили под световым микроскопом Olympus CX 22 LED. Полученные величины численности организмов пересчитывали на весь объем пробы. Данные первичной обработки проб занесены в первичную базу данных. Для расчета весовых характеристик организмов использовались номограммы зависимости длина-масса, либо фигура организма приравнивалась к сходной геометрической фигуре. Для количественной оценки бентосных сообществ, в отобранной пробе вычисляли численность и биомассу каждого вида на основании сырой массы фиксированных животных, взвешиваемых на торсионных весах с точностью до 0,001 мг. Расчет численного состава организмов зообентоса, их биомассы и таксономического структурирования осуществляли с использованием программы ЭВМ «Расчет численных характеристик зообентоса». Результаты обработки проб представлены в протоколе.

Определяли следующие параметры: таксономический состав; общую численность, численность и долю отдельных видов, общую биомассу, биомассу и долю отдельных видов, пространственное распределение количественных показателей, виды-индикаторы сапробности воды.

Для определения видовой принадлежности зообентосных организмов использовали ряд определителей [10; 11; 9]. Все таксономические опре-



**Рисунок 4.** Изменчивость биомассы зоопланктона от глубины отбора проб на участке акватории Азовского моря

**Figure 4.** Variability of zooplankton biomass from sampling depth in the area of the Sea of Azov

деления соответствуют классификации «World Marine Species».

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Зоопланктон

Зоопланктон представлен 12 таксонами. По видовому богатству лидируют веслоногие ракообразные *Copepoda* (6 видов) (табл. 2). Встреченные таксоны относятся к морским пелагическим и придонным формам.

Видовое богатство зоопланктона составляет в среднем 7,9 видов на станцию, варьирует в зависимости от станции от 5 до 10 видов (рис. 2).

Численность зоопланктона изменяется от 62,1 до 493,2 экз./ $\text{м}^3$ , в среднем составляя 217,2 экз./ $\text{м}^3$ , биомасса – от 0,53 до 162,2  $\text{мг}/\text{м}^3$ , в среднем составляя 40,3  $\text{мг}/\text{м}^3$  (табл. 3, 4; рис. 3-4). Пики численности и биомассы совпадают и приходятся на станцию T4. Доминирование по численности и биомассе хорошо выражено. Так как глубина сбора проб мало различалась на всех станциях исследования, очевидных закономерностей в распределении показателей обилия по глубинам не отмечено.

По численности доминирующих видов резко выделяется мелкий циклоп *Oithona similis*, составивший более половины процентного обилия. В комплекс субдоминантов вошли морские стрелки *Parasagitta setosa*, веслоногие ракчи *Acartia clausi* и личинки многощетинковых червей (*Polychaeta*). Роль других видов оказалась сравнительно невелика (рис. 5). Абсолютным доминантом по биомассе стали морские стрелки *Parasagitta setosa*, составившие 95% обилия. Вклад остальных таксонов ничтожен, по сравнению с ними (рис. 6).

Пространственная неоднородность распределения планктонного сообщества умеренна, комплекс доминирующих видов примерно сходен на разных станциях, несмотря на различия в суммарном обилии сообщества.

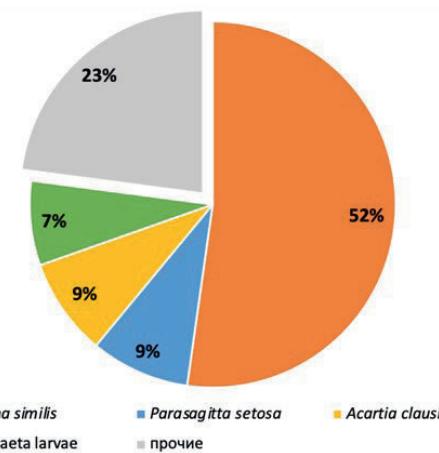
По численности основных доминирующих групп, доминируют ракообразные представители

зоопланктона (*Crustacea*), составляя 81% от общего обилия (рис. 7). В численном соотношении доминирование ракообразных происходит за счет класса *Copepoda* (92% обилия). Прочие представители сравнительно малочисленны.

По биомассе основной доминирующей группой стали представители типа *Chaetognatha*, составив 95% от общего обилия. Вклад ракообразных представителей (*Crustacea*), кольчатых червей (*Annelida*) и фораминифер (*Foraminifera*) ничтожно мал, по сравнению с ними.

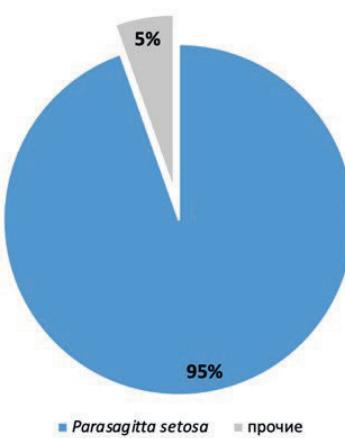
### Зообентос

Видовой состав зообентоса Азовского моря в районе Керченского пролива представлен 11 видами типичных представителей морских и солоноватоводных донных животных, относящих-



**Рисунок 5.** Доля доминирующих видов в общей численности зоопланктона на участке акватории Азовского моря

**Figure 5.** The share of dominant species in the total number of zooplankton in the water area of the Sea of Azov



**Рисунок 6.** Доля доминирующих видов в общей биомассе зоопланктона на участке акватории Азовского моря

**Figure 6.** The share of dominant species in the total zooplankton biomass in the water area of the Sea of Azov

**Таблица 3.** Численность и биомасса зоопланктона на участке акватории Азовского моря /  
**Table 3.** The number and biomass of zooplankton in the water area of the Sea of Azov

№ станции	Глубина, м	Численность, экз./куб. м	Биомасса, мг/куб. м
T1	11,0	107,8	1,3
T2	11,5	62,1	0,5
T3	11,0	85,8	0,5
T4	12,0	493,2	162,1
T5	11,5	282,9	101,2
T6	11,5	247,2	10,8
T7	12,0	241,2	5,0

**Таблица 4.** Видовой состав и встречаемость зообентоса, осень 2021 года /

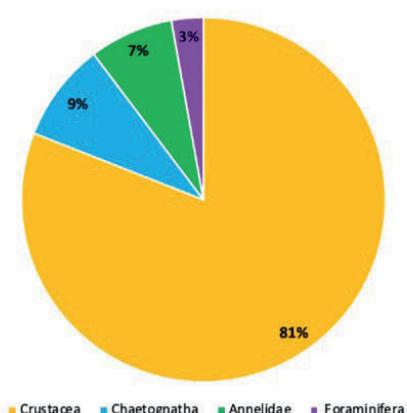
**Table 4.** Species composition and occurrence of zoobenthos, autumn 2021

Тип	Класс	Таксономический состав	Станции						
			1	2	3	4	5	1ф	2ф
Arthropoda	Insecta	<i>Ablabesmyia monilis</i> Linnaeus, 1758 личинки хирономид						x	
	Malacostraca	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853				x	x		
Animalia	Bivalvia	<i>Anadara kagoshimensis</i> Tokunaga, 1906	x	x	x			x	x
		<i>Cerastoderma glaucum</i> Bruguière, 1789	x	x		x	x	x	x
		<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819			x	x	x	x	
		<i>Musculus subpictus</i> Cantraine, 1835			x	x			
	Clitellata	<i>Tubifex sp.</i>			x	x			
Annelida	Polychaeta	<i>Nephtys hombergii</i> Savigny in Lamarck, 1818	x		x	x	x	x	
		<i>Microspio mecznikowianus</i> Claparède, 1869			x	x			
		<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867			x	x		x	
	Chromadorea	<i>Nematoda sp.</i>					x		

ся к типу Членистоногие (*Artropoda*), куда входят два класса донных организмов: насекомые (*Insecta*) и высшие ракообразные (*Malacostraca*), включающие по одному виду. Тип моллюски (*Animalia*) представлен классом двустворчатых

моллюсков (*Bivalvia*), включающим 4 вида, все, кроме *Musculus marmoratus* Forbes 1838, встречались на большинстве станций. Тип кольчатые черви (*Annelida*) представлен классом многощетинковых червей (*Polychaeta*) – три вида. Наиболее высокая встречаемость отмечена у *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818. Класс малощетинковых червей (*Clitellata*) и класс нематод (*Chromadorea*) представлены по одному виду на ст. 5 (табл. 4).

Число видов на станциях колебалось от 2 до 10, наиболее высокое видовое разнообразие отмечено на станциях 4 и 5, где на илисто-песчаных грунтах встречалось 8-10 видов. Численность зообентоса на станциях варьировала от 740 до 5550 экз./м<sup>2</sup>, составляя в среднем 2093,1 экз./м<sup>2</sup>, с максимумом численности на ст. 1ф (5550 экз./ м<sup>2</sup>). Колебания биомассы, в пределах результативных станций, были в пределах 37,37-3312,87 г/м<sup>2</sup>, средняя – 1751,84 г/м<sup>2</sup>, с максимумом биомассы на ст. 1ф. Основу биомассы на пяти станциях образовывали двустворчатые моллюски *Anadara kagoshimensis* (56,7-99,8%), на двух станциях ключевое значение имели двустворчатые моллюски (*Mytilus galloprovincialis*) – 52,5-66,1%, Доля кормовых объектов в средней биомассе зообентоса низкая – составляла только 1,4% (25,35 г/м<sup>2</sup>), наиболее высокие показатели кормовых объектов отмечены на ст. 5



**Рисунок 7.** Доля основных таксономических групп в общей численности зоопланктона на участке акватории Азовского моря

**Figure 7.** The share of the main taxonomic groups in the total number of zooplankton in the water area of the Sea of Azov

– 11,29 г/м<sup>2</sup>, что составляет 33,6% от биомассы бентоса на ст. 5 (табл.5).

В пределах обследуемой акватории, на большинстве станций наиболее представительным (1136,4 экз./м<sup>2</sup>) был биоценоз *Anadara kagoshimensis*, предпочитающий преимущественно песчаные грунты. Наряду с анадарой, на таких грунтах встречались *Cerastoderma glaucum* с плотностью 348,9 экз./м<sup>2</sup>. Биоценоз *M. galloprovincialis* находился преимущественно на заиленной ракушке (ст. 1ф и 2ф), численность на станциях колебалась от 111 до 1221 экз./м<sup>2</sup>.

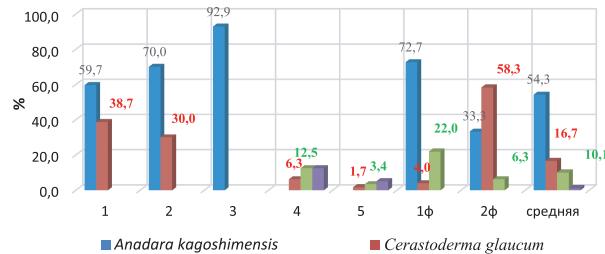
Суммарная доля моллюсков, в общей численности, достигала 81,8%, с преобладанием *Anadara kagoshimensis* (54,3%), максимальный вклад которой в численность на ст. 3 достигал 92,86%, субдоминирующим видом была *Cerastoderma glaucum* – 16,7% (табл. 6, рис. 8).

На фазеолиновых илах (ст. 4 и 5) располагался биоценоз многощетинковых червей (*Polychaeta*) с наиболее распространенным видом *Nephtys hombergii*, численность которого колебалась в пределах 37-111 экз./м<sup>2</sup>, при средней 42,3 экз./м<sup>2</sup>. Доминантным видом был *Microspio mecznikowianus*, отмеченный только на ст. 4 и 5, с численностью 74 и 925 экз./м<sup>2</sup>, соответственно, при средней – 142,7 экз./м<sup>2</sup>, его вклад в общую численность на ст. 5 достигал 43,1% (табл. 6, рис. 9). Вероятно, заиление акватории, в пределах ст. 4 и 5, сопровождалось сильной пространственной трансформацией биоценозов, вследствие этого воздействия на этих участках полностью отсутствовала *Anadara kagoshimensis*, а численность *Cerastoderma glaucum* была на порядок ниже средних по району показателей (табл. 6).

Наиболее высокий вклад в среднюю биомассу (1751,84 г/м<sup>2</sup>) внесли *Anadara kagoshimensis* – 1427,91 г/м<sup>2</sup> и субдоминантный вид *Cerastoderma glaucum* – 294,40 г/м<sup>2</sup>, доля этих видов в общей биомассе достигала 81,5 и 16,8% (анадара и церастодерма, соответственно). В пределах отдельных станций, вклад *Anadara kagoshimensis* был более 90%. Доля полихет в биоценозах по биомассе была незначительной, в среднем на уровне 0,1%, с наиболее высокими показателями на ст. 4 и 5 (табл. 7; рис. 10-11).

Одним из доминирующих видов является *Cerastoderma glaucum*. Это морской и солоноватоводный вид, обитающий в Черном и Азовском морях, в пробах представлен моллюсками с длиной раковины 5,2-20,5 мм (средняя 14,4 мм) и массой 0,04-2,15 г (средняя 0,95 г). В размерном ряду отмечены четыре модальные группы, соответствующие её возрастной структуре (рис 12).

Следующим доминирующим видом является *Anadara kagoshimensis*. Видовое название анадара (ориг. *Arca kagoshimensis*) получила по месту обнаружения живых экземпляров (префектура Кагосима, Япония). Впервые *A. kagoshimensis* была обнаружена в Азовском море на северном участке Казантипского залива в 1989 году. В Черном и Азовском морях естественные поселения моллюска могут располагаться в широких границах изменения солёности (от нормальной океанической 32-35% в районе Индо-Пацифики – до малосолёных вод 10-12% Азовского моря). К 2017 г. ареал вселенца занимал 70% акватории Азовского моря. Первая регистрация ранней молоди анадары (длиной менее 2 мм) в акватории Азовского моря датируется только 1997 годом. В донных пробах, на исследуемой акватории, отмечены моллюски длиной тела 4,2-28 мм (средняя 17,6 мм), средняя масса 1,69 г, с колебаниями 0,012-5,81 граммов. Размерный ряд представлен



**Рисунок 8.** Вклад двустворчатых моллюсков в общую численность (%), осень 2021 года

**Figure 8.** Contribution of bivalves to the total population (%), autumn 2021

**Таблица 5.** Численность (экз./м<sup>2</sup>), биомасса (г/м<sup>2</sup>), число видов и доминирующие виды зообентоса, осень 2021 года / **Table 5.** Abundance (copies/m<sup>2</sup>), biomass (g/m<sup>2</sup>), number of species and dominant species of zoobenthos, in autumn 2021

№ Станции	Кол-во видов, экз.	Численность	Доминирующие группы по численности		Биомасса		Доминирующие группы по биомассе	
			%	общая	Кормовая	%		
1	3	2294	Anadara kagoshimensis	59,7	3210,68	38,49	Anadara kagoshimensis	84,5
2	2	740	Anadara kagoshimensis	70	1059,31	0	Anadara kagoshimensis	90,7
3	2	1554	Anadara kagoshimensis	92,9	2022,61	5,74	Anadara kagoshimensis	99,8
4	8	592	Microdeutopus grylloidalpa	31,1	37,37	2,59	Mytilus galloprovincialis	52,5
5	10	2146	Microspio mecznikowianus	43,1	33,58	11,29	Mytilus galloprovincialis	66,1
1ф	4	5550	Anadara kagoshimensis	72,7	3312,87	118,44	Anadara kagoshimensis	95,4
2ф	4	1776	Cerastoderma glaucum	58,3	2586,45	0,93	Anadara kagoshimensis	56,7
<b>Сред.</b>	<b>5</b>	<b>2093,1</b>		<b>61,1</b>	<b>1751,84</b>	<b>25,35</b>		<b>78,0</b>

**Таблица 6.** Численность (экз./м<sup>2</sup>) зообентоса на станциях по видам, осень 2021 года /  
**Table 6.** Численность (экз./м<sup>2</sup>) зообентоса на станциях по видам, осень 2021 года

Таксономический состав	Станции						
	1	2	3	4	5	1φ	2φ
<i>Ablabesmyia monilis</i>					74		10,6
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>				185	555		105,7
<i>Anadara kagoshimensis</i>	1369	518	1443			4033	592
<i>Cerastoderma glaucum</i>	888	222		37	37	222	1036
<i>Mytilus galloprovincialis</i>				74	74	1221	111
<i>Musculus subpictus</i>				74	111		26,4
<i>Tubifex sp.</i>				37	222		37,0
<i>Nephtys hombergii</i>	37		111	37	37	74	42,3
<i>Microspio mecznikowianus</i>				74	925		142,7
<i>Nereis zonata</i>				74	37	37	21,1
Nematoda in/det.					74		10,6
<b>Всего</b>	<b>2294</b>	<b>740</b>	<b>1554</b>	<b>592</b>	<b>2146</b>	<b>5550</b>	<b>1776</b>
							<b>2093</b>

**Таблица 7.** Биомасса (г/м<sup>2</sup>) зообентоса, осень 2021 года /

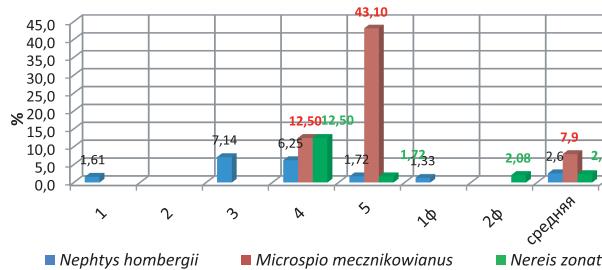
**Table 7.** Biomass (g/m<sup>2</sup>) of zoobenthos, autumn 2021

Таксономический состав	Станции						
	1	2	3	4	5	1φ	2φ
<i>Ablabesmyia monilis</i>					0,1		0,02
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>				0,2	0,5		0,10
<i>Anadara kagoshimensis</i>	2391,6	960,7	2018,2			3159,3	1465,3
<i>Cerastoderma glaucum</i>	817,3	98,6		0,9	0,07	54,8	1089,0
<i>Mytilus galloprovincialis</i>				19,6	22,2	97,0	31,0
<i>Musculus subpictus</i>				15,1	7,8		3,3
<i>Tubifex sp.</i>				0,1	0,2		0,04
<i>Nephtys hombergii</i>	1,6		4,3	1,0	1,2	1,7	1,4
<i>Microspio mecznikowianus</i>				0,2	1,2		0,2
<i>Nereis zonata</i>				0,2	0,1	0,925	0,2
Nematoda in/det.					0,1		0,01
<b>Всего</b>	<b>3210,6</b>	<b>1059,3</b>	<b>2022,6</b>	<b>37,3</b>	<b>33,5</b>	<b>3312,8</b>	<b>2586,4</b>
							<b>1751,8</b>

молодью летнего оседания 2021 г и годовиками нереста 2020 г. (рис. 13).

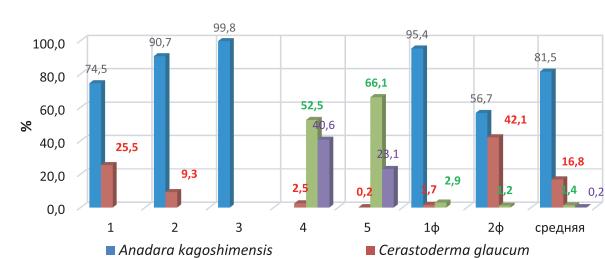
Также в доминирующие позиции выходит *Mytilus galloprovincialis*, который относит-

ся к классу двустворчатых моллюсков, отряду *Mytilidae*. Этот вид широко распространен в прибрежной зоне, как Черного моря, так и южной части Азовского. Тело мидии заключено в про-



**Рисунок 9.** Вклад многощетинковых червей в общую численность (%), осень 2021 года

Figure 9. Contribution of polychaete worms to the total population (%), autumn 2021



**Рисунок 10.** Вклад двустворчатых моллюсков в общую биомассу (%), осень 2021 года

Figure 10. Contribution of bivalves to the total biomass (%), autumn 2021

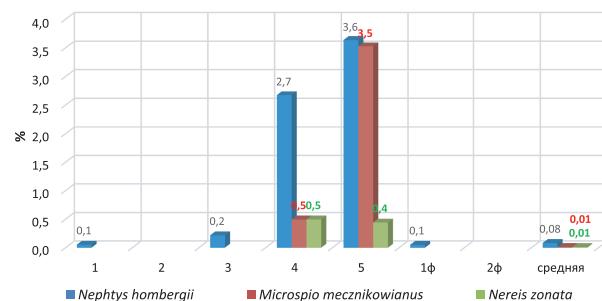
долговато-выпуклую кальцинированную раковину. Форма раковины весьма изменчива, цвет варьирует от светло-желтого до черного или черно-фиолетового. С ростом солености в Азовском море, мидия стала широко распространяться в этом новом для нее бассейне. Главные районы размещения мидий на Азове – Обиточный, Бердянский, Казантипский заливы. В пробах отмечена мидия оседания 2021 г. длиной тела 12–19,5 мм, средняя 14,9 мм, при средней биомассе 0,27 г (колебания 0,14–0,41 г).

Доминирующим является *Musculus subpictus*, который представляет собой тип мидии из семейства мидий (*Mytilidae*). Обычно эпизодически обитает на асцидиях. Моллюск мраморной фасоли встречается в восточной части Северной Атлантики от северной Норвегии до юго-западной Африки (Ангола). Он также проникает в Северное море, западную часть Балтийского моря и Средиземное море. В Чёрном море моллюск ранее отмечался в Прибосфорском районе. Обитает на глубине от 10 метров до более 1000 метров. Моллюск мраморной фасоли прикрепляется к водорослям, под камнями или под пустыми створками мидий, или к мантии морских брызг (асцидий), обычно около сифонов морских брызг. Взутая, сильно выпукло изогнутая оболочка моллюска мраморной фасоли достигает длины 22 миллиметров. Он – удлиненно-яйцевидный, несколько усеченный на переднем конце и узко сужающийся к заднему. Спинной край сильно изогнут, аentralный край лишь слегка выпукло изогнут. Высокий округлый позвонок находится почти на переднем конце. Корпус разделен на три поля: переднее поле с 15–18 радиальными ребрами, среднее поле – с тонкими радиальными полосами и заднее поле – с 20–35 радиальными ребрами. Ребра заканчиваются небольшими узелками на краю футляра. Радиальные ребра и полосы пересекаются очень тонкими полосами роста. Раковина окрашена в зелено-желтый цвет с зигзагообразно расположенным красно-коричневыми пятнами. Периостракум светло-зеленого цвета, под скорлупой оболочки белого цвета с тонким желто-коричневым узором – зигзагом. Слегка переливающаяся, блестящая внутренняя сторона створок желтовато-белого цвета. Сфинктеры оставляют только нечеткие отпечатки, спереди – длинное и узкое, а сзади – большое и круглое. Связка находится снаружи. Край прядки короткий, почти прямой; замок не имеет зубцов. Линия поверхности без отступа. Стока длинная, пальцеобразная.

В донных пробах, на исследуемой акватории, отмечены моллюски длиной тела 7–17,3 мм (средняя 10,7 мм), средняя масса – 0,124 г, с колебаниями – 0,048–0,29 граммов. Размерный ряд представлен молодью летнего оседания 2021 г. и годовиками нереста 2020 года.

В осенний период 2021 г. в составе зообентоса, в рассматриваемой акватории, обнаружены два вида-индикатора сапробности: полисапробионт *Tubifex tubifex* ( $S=3,8$ ) и олиго-полисапробионт *Nematoda sp.* ( $S=1,55$ ). На ст. 4 *Tubifex tubifex* отме-

чен в количестве 37 экз./ $m^2$  и биомассе 0,11 г/ $m^2$ . На ст. 5 олигохеты определены в количестве 222 экз./ $m^2$  с биомассой 0,19 г/ $m^2$ . *Nematoda sp.* отмечена на ст. 5 в количестве 74 экз./ $m^2$  при биомассе 0,09 г/ $m^2$ .



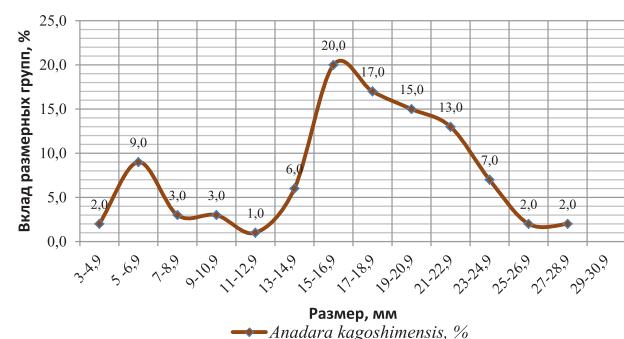
**Рисунок 11.** Вклад многощетинковых червей в общую биомассу (%), осень 2021 года

Figure 11. Contribution of polychaete worms to the total biomass (%), autumn 2021



**Рисунок 12.** Размерно-возрастная характеристика *Cerastoderma glaucum* в районе Керченского пролива, осень 2021 года

Figure 12. Size and age characteristics of *Cerastoderma glaucum* in the Kerch Strait area, autumn 2021



**Рисунок 13.** Размерно-возрастная характеристика *Anadara kagoshimensis* в районе Керченского пролива, осень 2021 года

Figure 13. Size and age characteristics of *Anadara kagoshimensis* in the Kerch Strait area, autumn 2021



### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Зоопланктон.** В период исследований зоопланктон на исследуемом участке представлен 12 таксонами. Лидируют по видовому богатству веслоногие ракообразные *Copepoda* (6 видов). Встречаемые таксоны относятся к морским и придонным формам. Видовое разнообразие умеренное. Видовое богатство зоопланктона составляет в среднем 7,9 вида на станцию, заметно варьирует между станциями – от 5 до 10 видов. Этот показатель характерен для зоопланктона опресненных прибрежных акваторий Азовского моря. Численность и биомасса зоопланктона, на исследуемом участке, не высокие, и при этом заметно варьируют между станциями: от 62,1 до 493,2 экз./ м<sup>3</sup>, в среднем – 217,2 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – от 0,53 до 162,2 экз./м<sup>3</sup>, в среднем – 40,3 мг/ м<sup>3</sup>. По численности доминируют веслоногие ракообразные (*Copepoda*), в основном за счет отряда *Cyclopoida* и одного вида *Oithona similis* (52% общей численности). По биомассе доминируют морские стрелки (*Chaetognatha*) (95% общей биомассы). В целом, проведенные исследования не выявили изменений сообщества зоопланктона, связанных с антропогенным воздействием. Полученные данные можно считать фоновыми, характеризующими пелагические сообщества данной акватории Азовского моря в осенний период.

**Зообентос.** Видовой состав зообентоса Азовского моря в районе Керченского проли-

ва представлен 11 видами типичных представителей морских и солоноватоводных донных животных. Число видов на станциях колебалось от 2 до 10, наиболее высокое видовое разнообразие отмечено на станциях 4 и 5, где на илисто-песчаных грунтах встречалось 8-10 видов. Численность зообентоса на станциях варьировала от 740 до 5550 экз./м<sup>2</sup>, составляя в среднем 2093,1 экз./м<sup>2</sup>. Колебания биомассы в пределах 37,37-3312,87 г/м<sup>2</sup>, средняя – 1751,84 г/ м<sup>2</sup>. В составе зообентоса, в рассматриваемой акватории, обнаружены два вида-индикатора сапробности: полисапробионт *Tubifex tubifex* ( $S=3,8$ ) и олиго-полисапробионт *Nematoda sp.* ( $S=1,55$ ). Качество воды на данном участке работ (ст. 4 и 5) по зообентосу можно охарактеризовать как умеренно загрязненное, относящееся к 3 классу.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: М.В. Медянкина – идея работы, подготовка введения, заключения, А.Г. Тригуб – сбор и анализ данных, сбор и обработка проб подготовка и анализ базы данных, Хайрулина Т.П. – подготовка статьи, Глебова И.А. - окончательная проверка статьи.

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: M.V. Medyankina – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, A.G. Trigub – data collection and analysis, collection and processing of samples preparation and analysis of the database, Khairulina T.P. – preparation of the article, Glebova I.A. – final verification of the article.*

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Афанасьев, Д.Ф. Планктон и бентос Азовского моря. Многолетняя динамика / Д.Ф. Афанасьев, З.А. Мирзоян, Л.М. Сафронова, Л.Н. Фроленко, Л.А. Живоглядова // Труды IX Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2020)». – 2020. – С. 132-134.

1. Afanasyev, D.F. Plankton and benthos of the Azov Sea. Long-term dynamics / D.F. Afanasyev, Z.A. Mirzoyan, L.M. Safronova, L.N. Frolenko, L.A. Zhivoglyadova // Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference "Marine Research and Education (MARESEDU-2020)", 2020. – Pp. 132-134.

2. Балыкин, П.А. Изменения видового состава российских уловов в Черном и азовском морях в XXI веке / П.А. Балыкин // Вопросы рыболовства. – 2021. – Т. 22., №. 3. – С. 51-60.

2. Balykin, P.A. Changes in the species composition of Russian catches in the Black and Azov seas in the XXI century / P.A. Balykin // Questions of fisheries. – 2021. – Vol. 22, No. 3. – Pp. 51-60.

3. Балыкин, П.А. Изменения солености и видового состава ихтиофауны в Азовском море / П.А. Балыкин, Д.Н. Куцын, А.М. Орлов // Океанология. – 2019. – Т. 59, №. 3. – С. 396-404.

3. Balykin, P.A. Changes in salinity and species composition of the ichthyofauna in the Sea of Azov / P.A. Balykin, D.N. Kutsyn, A.M. Orlov // Oceanology. – 2019. – Vol. 59, No. 3. – Pp. 396-404.

4. Васнецов, В.В. Этапы развития костистых рыб. В сб. «Очерки по общим вопросам ихтиологии». / В.В. Васнецов. – М., Л.: Изд-во А Определитель фауны Черного и Азовского морей: Свободноживущие беспозвоночные. Т. 1. Простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые / ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовский – Академия наук УССР; Институт биологии южных морей, 1968. АН СССР, 1953. – 228 с.

4. Vasnetsov, V.V. Stages of development of bony fish. In the collection "Essays on general issues of ichthyology". / V.V. Vasnetsov. – M., L.: The determinant of the fauna of the Black and Azov Seas: Free-living invertebrates. Vol. 1. Protozoa, sponges, coelenterates, worms, tentacles / ed. F. D. Mordukhai-Boltovsky – Academy of Sciences of the Ukrainian SSR; Institute of Biology of the Southern Seas, 1968. – 228 p.

5. Гаргопа, Ю.М. Крупномасштабные изменения гидрометеорологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря: Автореф. Дисс. д-ра геогр. наук. Гаргопа Ю.М. – Кольский НЦ РАН, 2003.

5. Gargopa, Yu.M. Large-scale changes in hydrometeorological conditions of the formation of bioproductivity of the Sea of Azov: Abstract. Diss. Doctor of Geographical Sciences. Gargopa Yu.M. – Kola NC RAS, 2003.

6. Дехник, Т.В. Распределение икры и личинок некоторых рыб Черного моря. / Т.В. Дехник, Р.М. Павловская. Сб. научн. тр. АзЧерНИРО. Работы черноморской научно-промышленной экспедиции, 1950. – Вып. 14. – С. 151-173.

6. Dekhnik, T.V. Distribution of eggs and larvae of some fish of the Black Sea. / T.V. Dekhnik, R.M. Pavlovskaya. Collection of scientific tr. Azcherniro. Works of the Black Sea Scientific and fishing expedition, 1950. – Vol. 14. – Pp. 151-173.

7. Дехник, Т.В. Сезонные изменения видового состава, распределения и численности ихтиопланктона / Т.В. Дехник, Р.М. Павловская // Основы биологической продуктивности Черного моря. – К.: Наукова Думка, 1979. – С. 268-291.

7. Dekhnik, T.V. Seasonal changes in the species composition, distribution and abundance of ichthyoplankton / T.V. Dekhnik, R.M. Pavlovskaya // Fundamentals of biological productivity of the Black Sea. – K.: Naukova Dumka, 1979. – Pp. 268-291.

8. Надолинский, В.П. Изменения в видовом составе и численности ихтиопланктона Азовского и северо-восточной части Черного морей за период 2006-2017 гг. под воздействием природных и антропогенных факторов / В.П. Надолинский, Р.В. Надолинский // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2018. – Т. 1., №. 1. – С. 51-66.

8. Nadolinsky, V.P. Changes in the species composition and abundance of ichthyoplankton of the Azov and North-in the eastern part of the Black Sea for the period 2006-2017 under the influence of natural and anthropogenic factors / V.P. Nadolinsky, R.V. Nadolinsky // Aquatic bioresources and habitat. - 2018. – Vol. 1, No. 1. – Pp. 51-66.

9. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. // Под общ. руковод. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. – Киев: Наукова думка. – 1972. – Т.3. – 340 с.

9. The determinant of the fauna of the Black and Azov Seas. Free-living invertebrates. // Under total. directed by F. D. Mordukhai-Boltovsky. – Kiev: Naukova dumka. – 1972. – Vol.3. – 340 p.

10. Определитель фауны Черного и Азовского морей: Свободноживущие беспозвоночные. Т. 1. Простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые / ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовский. – Академия наук УССР; Институт биологии южных морей, 1968. – 228 с.

10. Determinant of the fauna of the Black and Azov Seas: Free-living invertebrates. Vol. 1. Protozoa, sponges, coelenterates, worms, tentacles / ed. F. D. Mordukhai-Boltovsky. – Academy of Sciences of the Ukrainian SSR; Institute of Biology of the South Seas, 1968. – 228 p.

11. Определитель фауны Черного и Азовского морей: Свободноживущие беспозвоночные. Т. 2. Ракообразные / ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовский – Академия наук УССР; Институт биологии южных морей, 1969. – 270 с.

11. Determinant of the fauna of the Black and Azov Seas: Free-living invertebrates. Vol. 2. Crustaceans / ed. F. D. Mordukhai-Boltovsky – Academy of Sciences of the Ukrainian SSR; Institute of Biology of the Southern Seas, 1969. – 270 p.

12. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / Под ред. Цыбань А.В. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 191с.

12. Guidelines on methods of biological analysis of seawater and bottom sediments / Ed. Tsyban A.V. – L.: Hydrometeoizdat, 1980. – 191 p.

13. Сапегина, Е.П. Промыслово-биологическая характеристика азовской популяции тарани / Е.П. Сапегина, Е.А. Самойлова // Современные рыбные ресурсы и аквакультура в Азово-Черноморском бассейне. – 2020. – С. 157-158.

13. Sapegina, E.P. Fishing and biological characteristics of the Azov tarani population / E.P. Sapegina, E.A. Samoilova // Modern fish resources and aquaculture in the Azov-Black Sea basin. – 2020. – Pp. 157-158.

14. Современные методы количественной оценки распределения морского планктона / Отв. ред. М.Е. Виноградов. – М.: Наука, 1983. – 280 с.

14. Modern methods of quantitative assessment of the distribution of marine plankton / Ed. M.E. Vinogradov. – M.: Nauka, 1983. – 280 p.

15. Федоров, В.Д. Практическая гидробиология. / В.Д. Федоров, В.И. Капков. – М.: ПИМ, 2006. – 367 с.

15. Fedorov, V.D. Practical hydrobiology. / V.D. Fedorov, V.I. Kapkov. – M.: PIM, 2006. – 367 p.

16. Чередников, С.Ю. Лимитирующие факторы абиотической среды и биологические особенности важнейших промысловых мигрантов Азовского моря / С.Ю. Чередников, Е.С. Власенко, Н.А. Жердев, И.Д. Кузнецова, С.В. Лукьянов // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2020. – Т. 3., №. 1. – С. 27-41.

16. Cherednikov, S.Y. Limiting factors of the abiotic environment and biological features of the most important commercial migrants of the Sea of Azov / S.Y. Cherednikov, E.S. Vlasenko, N.A. Zherdev, I.D. Kuznetsova, S.V. Lukyanov // Aquatic bioresources and habitat. – 2020. – Vol. 3, No. 1. – Pp. 27-41.

17. Diversity and Geographic Distribution of Marine Planktonic Copepods. 2016. Электронный ресурс URL: <http://copepodes.obs-banyuls.fr/en> (дата обращения: 01.02.2023).

17. Diversity and Geographic Distribution of Marine Planktonic Copepods. 2016. Electronic resource URL: <http://copepodes.obs-banyuls.fr/en> (accessed 01.02.2023).

18. FishBase. Электронный ресурс URL: <http://www.fishbase.org> (дата обращения: 01.02.2023).

18. Fish Base. Electronic resource URL: <http://www.fishbase.org> (accessed: 01.02.2023).

**Ключевые слова:**  
зона Северо-Курильская,  
состояние водных  
биоресурсов, промысел,  
перспективы развития

**Keywords:**  
state of aquatic biological  
resources, North Kuril zone,  
fishery, potential



## Северо-Курильская зона: состояние ресурсов и промысла в 2000-2021 годах

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-50-58

**Рисунок 1.** Панорама острова Парамушир (вид со стороны Охотского моря). *Фото М.А. Зуева*  
**Figure 1.** Panorama of Paramushir Island (view from the Sea of Okhotsk). *Photo M.A. Zueva*

Кандидат биологических наук

**В.З. Болдырев** – главный  
специалист-эксперт отдела  
бассейновых промысловых  
прогнозов и регулирования  
промыслов;

Кандидат биологических наук  
**О.З. Бадаев** – ведущий научный  
сотрудник лаборатории  
исследования возраста и роста  
рыб – Тихоокеанский филиал  
ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»),  
г. Владивосток;

Кандидат биологических наук  
**И.В. Матросова** – заведующий  
кафедрой «Водные биоресурсы  
и аквакультура» –  
Дальневосточный  
государственный технический  
рыбохозяйственный университет  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;

**Д.Л. Шабельский** – ведущий  
специалист лаборатории  
промысловой гидроакустики,  
технологий лова;

**С.А. Соловников** – ведущий  
специалист отдела бассейновых  
промысловых прогнозов  
и регулирования промыслов –  
Тихоокеанский филиал  
ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»),  
г. Владивосток

@ badayev@yandex.ru

### NORTH KURIL ZONE: THE STATE OF RESOURCES AND FISHERY IN 2000-2020

Candidate of Biological Sciences **V.Z. Boldyrev** – Chief Specialist-Expert of the Department of Basin fishing Forecasts and Regulation of Fisheries;

Candidate of Biological Sciences **O.Z. Badaev** – leading researcher of the Laboratory for the study of age and growth of fish –

*Pacific Branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok;*

Candidate of Biological Sciences **I.V. Matrosova** – Head of the Department "Aquatic Bioresources and Aquaculture" –

*Far Eastern State Technical Fisheries University ("Dalrybvtuz");*

**D.L. Shabelsky** – leading specialist of the laboratory of commercial hydroacoustics, fishing technologies;

**S.A. Solodovnikov** – leading specialist of the Department of basin fishing forecasts and regulation of fisheries –

*Pacific Branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok*

**Object of research:** the North Kuril fishing zone. **The purpose of the work** is to characterize the state of the Russian fishery in the North Kuril zone of the Far Eastern fishery basin of Russia in 2000-2021. **Result:** The average long-term recommended value of fishing harvest in the North Kuril zone is 146.75-319.71 (244.54) thousand tons. At the same time, the average long-term development of aquatic biological resources is at a high level - 88.89-259.53 .76) thousand tons or 76.4%. The high proportion of exploitation of commercial aquatic organisms implies a limited possibility of expanding fisheries by increasing the gross catch. The development of the fishery complex of the region, obviously, should be ensured through comprehensively substantiated logistics and technological solutions.

### ВВЕДЕНИЕ

Морской промысел в Северо-Курильской зоне имеет давнюю историю [1; 2; 3]. Особенности расположения Северо-Курильской зоны определили уникальные ус-

ловия, в которых функционирует рыболовство (рис.1) [4]. Изучению проблеме освоения ВБР региона посвящено немало публикаций [5; 6; 7; 8; 9; 10], однако многие вопросы еще не решены.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Использована методика, как в работе Бадаева и др. [11]. Обобщены данные и проведен сравнительный анализ за 2000-2010 гг. (далее 1 период) и 2011-2021 гг. (2 период). Анализ состава промыслового флота, орудий лова, задействованных на добывче ВБР, охватывает период с 2003 по 2021 годы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Состояние сырьевых ресурсов

Список прогнозируемых гидробионтов Северо-Курильской зоны относительно невелик [12]. В общей доле среди рыб доминирует минтай (*Theragra chalcogramma*) – 47,2%, терпуг (*Pleurogrammus monopterygius*) – 20,4%, макруры (*Albatrossia pectoralis*) – 9,0%, тихоокеанские лососи р. *Oncorhynchus* – 5,6%, треска (*Gadus macrocephalus*) – 5,9%. Камбалы (главным образом *Lepidotestra polyxystra*) в этом ряду составляют 2,4%, морские окунь (в основном *Sebastes alutus*) и шипощеки (*Sebastolobus macrochir*, *S. alascanus*) – 1,9%, бычки сем. Cottidae (*Hemilepidotus jordani*, *H. gilberti*, *Myoxocephalus polyacanthocephalus*, *Gymnacanthus galeatus*, *G. detrisus* и другие) – 2,2%. Палтусы (*Hippoglossus stenolepis*, *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*, *Atheresthes evermanni*, *A. stomias*), лемонема (*Laemonema longipes*), скаты (виды родов *Bathyraja*, *Rhinoraja* и др.), навага (*Eleginops gracilis*), анчоусы (род *Engraulis*), угольная рыба (*Anoplopoma fimbria*), гольцы (род *Salvelinus*) и др. в общей сложности составляют около 1%. В последние годы список промысловых гидробионтов расширился за счет сайры (*Cololabis saira*) – 5,0-5,3%, сардины иваси (*Sardinops melanostictus*) – 6,8-7,3%, скумбрии (*Scomber japonicus*) – 4,6-4,9%.

Ракообразные представлены 4 видами крабов (*Paralithodes camtschaticus*, *Lithodes aequispina*, *Erimacrus isenbeckii*, *Chionoecetes bairdi*). В общем объеме рекомендованного изъятия промысловых гидробионтов их доля невысока, лишь 0,3%, доминирует равношипый краб – более 99% всех крабов. Промысловые моллюски занимают значительную долю в общем объеме рекомендованного изъятия – 33,5%. Из них кальмары (31,2%) представлены двумя видами – командорский кальмар (*Berryteuthis magister*) и тихоокеанский кальмар (*Todarodes pacificus*). Доминирует командорский кальмар, доля тихоокеанского кальмара в рекомендованном изъятии составляет менее 1 процента. Морские гребешки представлены в основном светлым гребешком (*Chlamys albidis*), берингиевоморским гребешком (*Chlamys beringianus*) – в общем рекомендованном изъятии составляют 2,3%. Из ламинариевых доминирует 1 вид – ламинария Бонгарда (*Saccharina bongardiana*), доля его в рекомендованном изъятии достигает 0,9%.

Рыбная промышленность в зоне Северо-Курильская в 2000-2021 гг. ориентировалась на возможный вылов (ОДУ, РВ) – 146,75-319,71 (в среднем 244,54) тыс. тонн. Возможный вылов

**Объект исследований:** Северо-Курильская рыболовная зона. Цель работы – характеристика состояния российского промысла в Северо-Курильской зоне Дальневосточного рыболовного бассейна России в 2000-2021 годах. Результат: Среднемноголетняя рекомендованная величина промыслового изъятия в Северо-Курильской зоне составляет 146,75-319,71 (244,54) тыс. тонн. При этом среднемноголетнее освоение водных биологических ресурсов находится на высоком уровне – 88,89-259,53 (186,76) тыс. т, или 76,4%. Высокая доля освоения промысловых гидробионтов предполагает ограниченную возможность расширения рыболовства за счет увеличения валового вылова. Развитие рыболовного комплекса региона, очевидно, должно обеспечиваться за счет всесторонне-обоснованной логистики и технологических решений.

во второй период (302,34 тыс. т) значительно превысил таковой в первый (186,74 тыс. т).

Доля рыб в общем объеме рекомендованного изъятия в 2000-2021 гг. составила 53,81-234,30 (в среднем 159,67) тыс. тонн. Средний общий объем рекомендованного изъятия рыб в первый период составил 108,45 тыс. т, во второй период – 210,89 тыс. тонн.

Почти двукратное увеличение ОДУ РВ связано в основном с динамикой численности восточно-камчатской популяции минтая [7; 12], доля которого в рекомендованном изъятии (промысловых гидробионтов) достигает 30,8% (рис. 2).

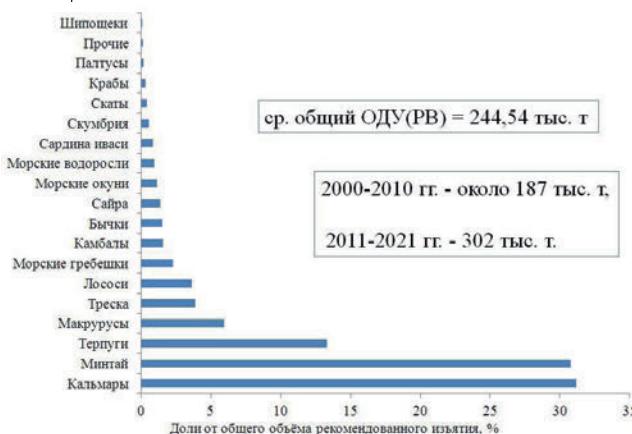
Северный одноперый терпуг, обитающий вдоль всей курильской гряды и юго-восточной Камчатки, в промысловом прогнозировании рассматривается как единый запас [12; 13]. Из 36,57 тыс. т рекомендованного изъятия терпуга в 2021 г., по всему Дальневосточному рыболовному бассейну, доля СКЗ составила 15,4 тыс. т (более 40%).

Рекомендованное изъятие лососей в Северо-Курильской зоне составляет 3,6% от общей доли промысловых гидробионтов. В первый период эта величина составила 5,38 тыс. тонн. Во втором – от 11,68 тыс. т (2014 г.) до 17,32 тыс. т (2018 г.), в среднем – 12,42 тыс. тонн.

Треска в Северо-Курильской зоне в первый период рекомендована для изъятия от 3,7 до 12,5 тыс. т (в среднем 6,5 тыс. т), во втором период – 11,1-14,0 тыс. т (в среднем 12,53 тыс. т). За 2000-2021 гг. средняя величина рекомендованного изъятия составила 9,52 тыс. т, или 3,9% от общей доли промысловых гидробионтов.

В первом периоде рекомендовано к изъятию в среднем 2,66 тыс. т камбал, во втором – 5,07 тыс. тонн. За 2000-2021 гг. средняя величина возможного вылова составила 3,86 тыс. тонн.

Рекомендованные объемы изъятия морских окуней в первый период составили 1,62-2,53 тыс. тонн. Во втором периоде они заметно возросли – 3,5-4,5 тыс. тонн. За 2000-2021 гг. средняя величина возможного изъятия этих объектов составила 2,82 тыс. тонн.



**Рисунок 2.** Среднемноголетние (2000-2021 гг.) доли от общего объема ОДУ РВ промысловых объектов в Северо-Курильской зоне, %

Figure 2. Average long-term (2000-2021) shares of the total volume of ODE RV of total allowable catch, recommended catch of fishing facilities in the North Kuril zone, %

Рекомендованные объемы изъятия макруров в 2000–2021 гг. в среднем составили 14,55 тыс. тонн.

В периоды высокой численности сардина иваси, скумбрия, сайра, во время нагульных миграций, проникают в северные районы, включая Северо-Курильскую зону. Рекомендованные объемы изъятия сайры обозначены лишь во втором периоде и составили в 2011-2018 гг. – по 5,0 тыс. т, в 2019-2021 гг. – по 11,0 тыс. тонн. В 2019-2021 гг. эти показатели составили по 15,0 тыс. т сардины иваси, по 10,0 тыс. т скумбрии.

Рекомендованные объемы изъятия крабов по периодам составили в среднем 0,74 и 0,72 тыс. тонн. Величины возможного изъятия крабов от-

вечают критериям естественной динамики численности.

Северо-Курильская зона, по объемам рекомендованного изъятия кальмаров, занимает ведущее место среди промысловых районов Дальневосточного рыболово-промышленного бассейна. За 2000-2021 гг. средняя величина рекомендованного изъятия составила 76,24 тыс. тонн.

В среднем за первый период рекомендованный объем изъятия морских гребешков составил 2,94 тыс. тонн. Во второй период – 8,34 тыс. тонн. Из 11,4-11,7 тыс. т, в 2016-2021 гг., рекомендованного изъятия гребешков по Дальневосточному рыболово-промышленному бассейну, 10,4-10,5 тыс. т приходится на Северо-Курильскую зону.

По морским водорослям (ламинария Бонгарда) рекомендуемые объемы изъятия относительно стабильны – в первый период они составили 1,5-3,0 тыс. т, во второй период этот показатель зафиксирован на одном уровне 2,64 тыс. тонн.

### Освоение промысловых водных биологических ресурсов

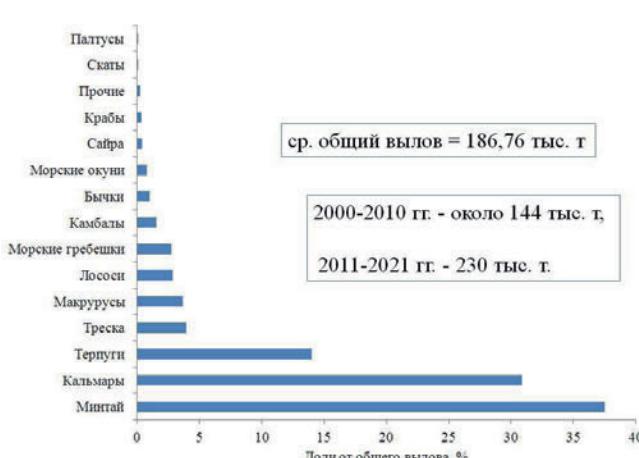
Российский вылов промысловых гидробионтов по Северо-Курильской зоне в 2020-2021 гг. составил 6-7% от общего промыслового изъятия по Дальневосточному рыболово-промышленному бассейну (около 3,6 млн т). За 2000-2021 гг. вылов составил 88,89-259,54 (в среднем 186,76) тыс. т, при этом в первый период – 144,02 тыс. т, во второй – 229,50 тыс. т (табл. 1).

По объемам изъятия лидирует минтай (рис. 3) – в среднем за 2000-2021 гг. вылов составил 70,08 тыс. тонн. При этом вылов в первый период вырос с 8,92 тыс. т (2001 г.) до 89,08 тыс. т (2010 г.), в среднем – 35,47 тыс. т, во второй период этот показатель сохранился на относительно высоком уровне – 91,48-117,02 тыс. т (в среднем – 104,69 тыс. т) [12]. Отечественный промысел минтая ведется с 1968 года. Исторический максимум по вылову отмечен в 1979 г. – 460 тыс. т [14]. Основные орудия лова – разноглубинный трал и снурревод. Ограничений по срокам специализированного промысла минтая в Северо-Курильской зоне нет [7].

Следующим объектом по значимости, среди рыб в фактическом вылове, являются терпуги – за 2000-2021 гг. изъятие составило в среднем 26,1 тыс. тонн. При этом, если в первый период фактический вылов терпугов вырос с 19,15 (2000 г.) до 43,05 (2010 г.) тыс. т, (в среднем 29,45 тыс. т), то во второй период, наоборот, снизился с 40,35 тыс. т (2012 г.) до 14,48 тыс. т (2021 г.), в среднем составив 22,75 тыс. т (табл. 1).

Изъятие трески в среднем составило 7,29 тыс. т в год, при этом вылов в первый период – 3,03-9,16 (в среднем 5,24) тыс. т, во второй – 6,85-11,24 (9,34) тыс. т. Промысел трески охватывает практически весь океанский шельф и верхнюю часть свала глубин от юго-восточной Камчатки до о-ва Шиашкотан, с охотоморской стороны – о-вов Шумшу, Парамушир и Онекотан.

В освоении трески у северных Курильских островов в историческом плане отмечены лишь



**Рисунок 3.** Среднемноголетние (2000-2021 гг.) доли от общего объема изъятия промысловых объектов в Северо-Курильской зоне, %

Figure 3. Average long-term (2000-2021) shares of the total volume of seizure of fishing facilities in the North Kuril zone, %

**Таблица 1.** Объёмы фактического изъятия промысловых гидробионтов в Северо-Курильской зоне в 2000-2021 гг. (2000-2010 гг. – первый период, 2011-2021 гг. – второй период), тыс. тонн / **Table 1.** Volumes of actual withdrawal of commercial aquatic organisms in the North Kuril zone in 2000-2021 (2000-2010 – the first period, 2011-2021 – the second period), thousand tons

Периоды, годы	2000-2010				2011-2021				2000-2021		
	Промысловые объекты	мин	макс	среднее	%%	мин	макс	среднее	%%	среднее	%%
<b>Всего</b>	<b>88.89</b>	<b>203.34</b>	<b>144.02</b>	100.0		<b>196.95</b>	<b>259.54</b>	<b>229.50</b>	100.0	<b>186.76</b>	100.0
Рыбы	42.34	160.85	85.71	59.5	139.38	191.28	161.00	70.2	123.36	66.1	
Лососи	2.15	8.50	4.12	2.9	4.05	11.69	6.56	2.9	5.34	2.9	
Минтай	8.92	89.08	35.47	24.6	91.48	117.02	104.69	45.6	70.08	37.5	
Треска	3.03	9.16	5.24	3.6	6.85	11.24	9.34	4.1	7.29	3.9	
Камбалы	0.58	3.90	1.77	1.2	1.91	4.99	4.02	1.8	2.90	1.6	
Палтусы	0.05	0.18	0.13	0.1	0.07	0.26	0.13	0.1	0.13	0.1	
Терпуги	19.15	43.05	29.45	20.4	10.75	40.35	22.75	9.9	26.10	14.0	
Морские окунь	0.05	0.18	0.13	0.5	0.06	0.26	0.00	0.9	0.13	0.7	
Шипощеки	0.00	0.21	0.03	0.0	0.00	0.24	0.09	0.0	0.06	0.0	
Сайра	0.00	0.64	0.11	0.1	0.00	10.12	1.43	0.6	0.74	0.4	
Сардина иваси					0.00	0.01	0.00	0.0	0.00	0.0	
Скумбрия										0.0	
Бычки	0.23	0.82	0.46	0.3	1.33	6.64	3.28	1.4	1.87	1.0	
Макруусы	0.00	15.76	7.25	5.0	2.85	9.36	6.48	2.8	6.86	3.7	
Скаты	0.03	0.25	0.15	0.1	0.01	0.26	0.12	0.1	0.13	0.1	
Прочие	0.00	6.48	0.72	0.5	0.02	0.78	0.14	0.1	0.43	0.2	
Крабы	0.32	0.85	0.63	0.4	0.50	0.90	0.70	0.3	0.67	0.4	
Кальмары	38.84	70.87	55.22	38.3	27.28	90.99	60.02	26.2	57.62	30.9	
Морские гребешки	0.87	5.42	2.38	1.7	2.19	10.50	7.77	3.4	5.08	2.7	
Морские водоросли	0.00	0.17	0.07	0.1	0.00	0.00	0.00	0.0	0.04	0.0	

два периода высоких уловов – 30-40-е годы прошлого столетия, когда уловы японского флота достигали 15-18 тыс. т, и конец 1980-х и начало 1990-х годов, когда её вылов превысил 45,0 тыс. т, на общем фоне общегодового вылова – 3-8 тыс. т [7]. В настоящее время лов трески в тихоокеанских водах северных Курильских островов ведется ярусами и снурреводами. Снурреводы – основное орудие лова. В 2003-2019 гг. на долю ярусного флота приходилось 26,4% от её годовых уловов, с 2017 г. наметилась тенденция уменьшения этого вида промысла [12].

Вылов макрууса за 2000-2021 гг. составил 0,22-15,76 (в среднем 6,86) тыс. т; лососей – 2,15-11,69 (5,34) тыс. т; камбал – 0,58-4,99 (2,9) тыс. т, при этом в первый период – 1,77 тыс. т, во второй – 4,02 тыс. тонн.

Отечественный специализированный промысел камбал у северных Курильских островов начал в 1954 году. С тихоокеанской стороны общий вылов камбал достиг максимума в 1961 г. – 4,8 тыс. т, с охотоморской стороны (о-ва Парамушир, Шумшу) интенсивность промысла достигла максимума в 1961-1966 гг. – 7,8-8,7 тыс. тонн. С 1970-1980 гг. по 2003 г. промысел камбал велся в основном иностранным флотом и был

относительно невысок – 1,0-2,0 тыс. тонн. Отечественный промысел камбал вновь резко вырос в 2009 г. и достиг 4,1 тыс. тонн. В целом за последние 10-12 лет уровень годового вылова камбал, по сравнению с первым периодом, практически увеличился вдвое. Основным орудием лова являются снурреводы (более 90%), судами класса «РС-300» [7; 12, информация ОСМ].

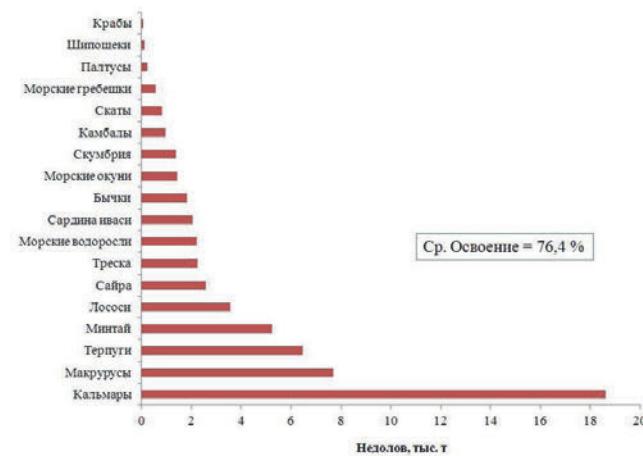
Морские окунь (в том числе шипощеки) – фактический вылов составил 0,08-3,08 (в среднем 1,46) тыс. тонн. При этом, в первый период средний вылов составил 0,72 тыс. т, во второй – 2,19 тыс. тонн. В Северо-Курильской зоне добывают больше всего морских окуней среди промысловых районов Дальневосточного рыболово-промышленного бассейна (около 80% от общего объема).

Бычки добываются в качестве прилова. Особенна велика их доля в уловах снурреводов.

Крабы (доминирует равношипый краб) занимают в общем вылове незначительную долю – 0,32-0,9 (в среднем 0,67) тыс. тонн. Особенности биологии равношипого краба в данном районе – относительно низкая плодовитость, большая продолжительность жизни (более 20 лет), ограниченность жизненного пространства, локаль-

ность и малочисленность популяции [7; 12; 15]. Основная часть вылова у Северных Курил приходится на 2 участка – о-вов Шиашкотан и Симушир-Кетой (две «материнские» группировки).

Весомую долю в общем вылове занимают моллюски, из них кальмары (командорский, тихookeанский) составляют 27,28-90,99 (57,62) тыс. тонн. Доминирует командорский кальмар. Тихookeанский кальмар в общем вылове занимает лишь доли процента. Специализированный донный траловый промысел командорского кальмара ведется практически круглый год. Распределение промысловых скоплений имеет выраженный сезонный характер, связанный с наличием двух – весенне-летней и осенне-зимней – нерестовых группировок [7; 12]. Сложный рельеф дна с резкими свалами и скалами опреде-



**Рисунок 4.** Среднемноголетние (2000-2021 гг.) доли неосвоенных ВБР в Северо-Курильской зоне, тыс. т

**Figure 4.** Average long-term (2000-2021) shares of undeveloped VBR in the North Kuril zone, thousand tons

лили специфику промысла – траления донными тралами проводятся на хорошо обследованных площадках (по «траповым дорожкам»).

Северо-Курильская зона доминирует по объемам добычи кальмаров и морских гребешков по Дальневосточному рыболово-промышленному бассейну. Так, в 2021 г. фактический вылов командорского кальмара в Дальневосточном рыболово-промышленном бассейне составил 76,04 тыс. т, доля Северо-Курильской зоны – 54,8 тыс. т (72,0%), гребешков – 10,06 тыс. т (95,1%). Активное промысловое освоение морских гребешков у северных Курильских островов началось в 1972 году. Для промысла гребешков применяются донные драги разных конструкций. Наибольшие концентрации этих моллюсков отмечены у о-ва Онекотан на глубинах 90-170 (до 230) м [7; 12]. Общий среднегодовой вылов морских гребешков в 2000-2021 гг. составил 5,08 тыс. тонн. При этом вылов в первый период составил 0,87-5,42 (2,38) тыс. т, во второй – 2,19-10,5 (7,77) тыс. тонн.

Средний фактический вылов промысловых водорослей – ламинарии Бонгарда – в 2000-2010 гг. составил 0,074 тыс. т; в 2011-2021 гг. – ламинария не осваивалась.

Поскольку в данном регионе весьма высокая степень освоения рекомендованного изъятия, сырьевая база в целом имеет ограниченную возможность для значительного увеличения общего вылова. Разница между рекомендованным (научно-обоснованная величина) и фактическим выловом в среднем за 2000-2021 гг. составила 57,8 тыс. т и формируется в основном за счет кальмара, макруров, терпуга (рис. 4).

#### Состояние, возможности, перспективы рыболовства Северо-Курильской зоны

Промысловые объекты в течение года осваиваются с разной интенсивностью (табл. 2). В летне-осенний период ведется промысел во

**Таблица 2.** Интенсивность промысла основных промысловых гидробионтов в Северо-Курильской зоне (среднемноголетние данные 2003-2021 гг.) по месяцам, % /

**Table 2.** Intensity of fishing of commercial hydrobionts in the North Kuril zone (average annual data 2003-2021) by month, %

Вид	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Лососи	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	22.8	53.0	17.4	1.5	0.0	0.0	0.0
Минтай	6.2	10.4	9.0	8.4	11.6	10.6	7.6	8.3	8.8	7.3	5.3	6.5
Треска	14.0	14.7	8.8	9.0	5.8	6.7	6.5	6.9	5.3	3.8	5.5	13.2
Камбалы	8.0	10.8	12.9	15.0	8.6	8.4	7.4	7.5	4.6	3.5	3.7	9.8
Терпуги	1.9	2.9	5.7	12.6	15.6	11.5	8.7	7.5	8.7	9.0	8.2	7.7
Морские окунь	0.6	1.2	1.7	8.4	10.6	18.6	10.3	9.2	13.2	12.2	7.0	6.9
Макруры	2.1	1.0	3.6	16.9	20.7	14.6	9.8	8.2	7.6	6.9	5.0	3.5
Крабы	3.3	7.9	12.3	12.2	9.4	8.8	6.9	6.8	6.4	11.6	7.9	6.4
Кальмары	0.3	0.3	0.1	2.7	8.8	14.3	14.6	17.4	18.7	12.5	8.3	2.1
Морские гребешки	11.8	11.8	12.7	4.8	4.8	4.4	8.4	9.5	8.7	6.3	8.9	7.8
<b>Все пром. объекты</b>	<b>3.6</b>	<b>5.2</b>	<b>5.0</b>	<b>6.9</b>	<b>10.6</b>	<b>11.9</b>	<b>11.2</b>	<b>12.7</b>	<b>12.2</b>	<b>8.9</b>	<b>6.6</b>	<b>5.1</b>

время анадромных миграций тихоокеанских лососей. Несмотря на научно обоснованное увеличение рекомендованного изъятия южных мигрантов, интерес промышленности к этим промысловым объектам в этой промысловой зоне не увеличился.

Относительно равномерно в течение года распределена интенсивность промысла минтая, терпуга, камбалы. Неравномерно распределена промысловая нагрузка на запасы трески, морских окуней, шипощеков, макруусов и других. Часть промысловых гидробионтов добывается в качестве прилова при некоторых видах промысла, другая добывается в периоды, когда высвобождаются суда, ведущие промысел в других зонах и/или других промысловых объектов. Наличие ресурсов и отсутствие льда на акватории данной промысловой зоны позволяет вести круглогодичный промысел.

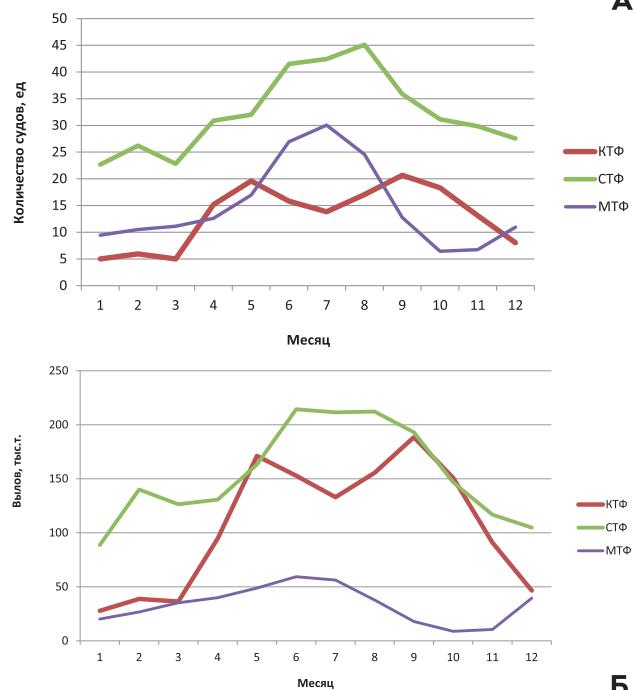
В соответствии с количеством добывающих судов разных тоннажных групп распределяется и доля вылова ВБР в этих группах по месяцам (рис. 5 А,Б). Наибольшие объемы вылавливаются всеми группами судов в поздний летний и осенний периоды. Снижение доли судов КТФ в летний период, очевидно, связано с перераспределением их на промысел тихоокеанских лососей и южных мигрантов в других зонах. Доля вылова коррелирует с количеством судов, участвующих в промысле.

В межгодовом аспекте наблюдается тенденция к сокращению рыбопромыслового МТФ (рис. 6). Если увеличения добывающих судов СТФ и МТФ в 2018 г. можно объяснить истечением десятилетнего срока закрепления за предприятиями долей квот на вылов ВБР, то причины значительного снижения численности МТФ на промысле в Северо-Курильской зоне в 2016 г., по имеющимся данным, не находят объяснения.

Если в прошлом организация рыболовства в этом районе японскими и советскими рыбаками имела автономную (рейсовую) и частично экспедиционную форму, то в настоящее время экспедиционный промысел потерял былое значение. Следует обратить внимание на эту форму промысла в периоды высокой численности тихоокеанских лососей и увеличения спроса на камандорский кальмар.

В 2003-2020 гг. больше всего добывали разноглубинными и донными тралами и снурреводами (рис. 7). В 2021 г. в целом структура сохраняется, но с 2016 г. дрифтерный промысел тихоокеанских лососей запрещен, что отразилось на структуре использованных орудий лова. Кроме того, в 2021 г., по сравнению с предыдущим периодом, сократилась доля вылова бортовыми ловушками. Очевидно, что это связано с сокращением промысла сайры.

Несколько изменилась структура промысловых усилий с использованием разных орудий лова (рис. 8). В первой тройке – донный и разноглубинный трал и снурревод. С запретом дрифтерных сетей, на фоне подъема численности тихоокеан-



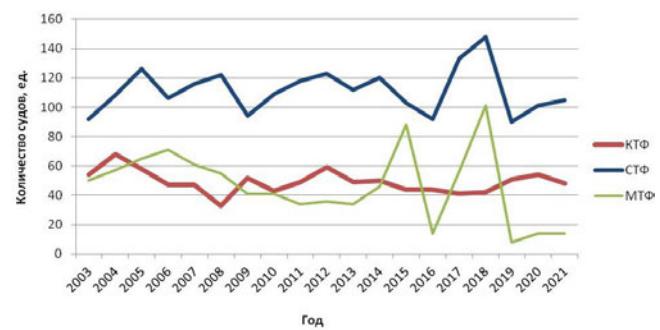
**Рисунок 5.** Количество судов добывающего флота разных тоннажных групп, ед. (А) и доля вылова по месяцам каждой тоннажной группы судов, тыс. т (Б)

в Северо-Курильской зоне по месяцам

**Figure 5.** The number of vessels of the mining fleet of different tonnage groups, units (A) and the share of catch by month of each tonnage group of vessels, thousand tons (B) in the North Kuril zone by month

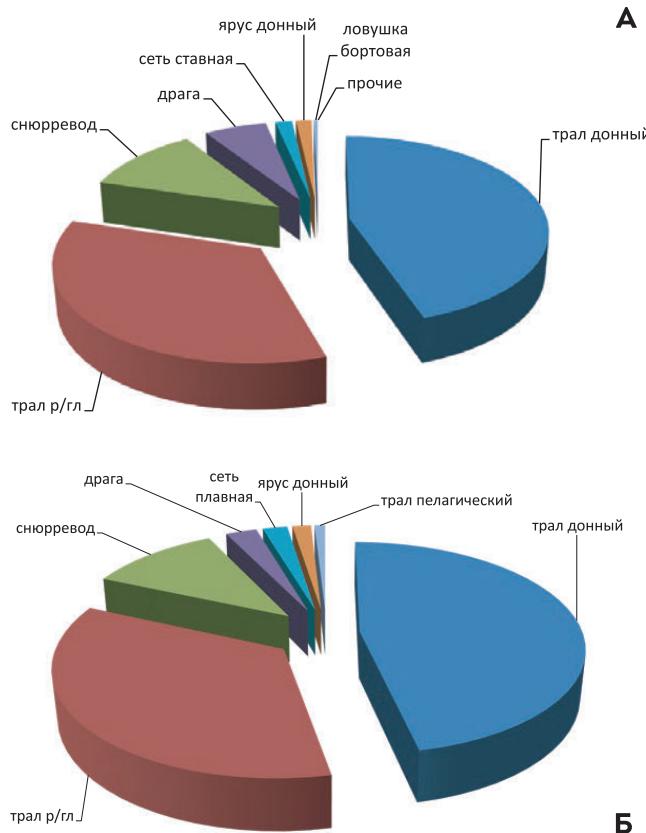
ских лососей, на четвертое место вышли ставные сети. Увеличилась роль драги на промысле морских гребешков, сократилась доля вылова бортовыми ловушками сайры и возросло количество судосуток на добыче крабов ловушками.

Местом выгрузки уловов прибрежного рыболовства и произведенной на судах



**Рисунок 6.** Динамика численности судов добывающего флота разных тоннажных групп в 2003-2021 гг. в Северо-Курильской зоне

**Figure 6.** Dynamics of the number of vessels of the mining fleet of different tonnage groups in 2003-2021 in the North Kuril zone



**Рисунок 7.** Доля вылова промысловых гидробионтов различными орудиями лова в Северо-Курильской зоне, %. А – 2003-2020 гг., Б – 2021 г.

**Figure 7.** The share of catch of commercial hydrobionts by various fishing gear in the North Kuril zone, %.  
A - 2003-2020, B - 2021

рыбопромыслового флота, в живом, свежем и охлажденном виде [16] в СКЗ определен терминал морского порта Невельск – Северо-Курильск.

Кроме компаний, базирующихся за пределами зоны, функционируют пять местных компаний, прежде всего АО «Северо-Курильская база сейнерного флота» и ООО «Алаид», владеющие собственными судами и перерабатывающими комбинатами общей мощностью 250 т сырья в сутки. При вылове одним только современным траулером наливного типа 400 т/сутки, имеющихся береговых заводов по переработке улова явно недостаточно. В свою очередь, расширение перерабатывающих мощностей ставит вопросы обеспечения кадрами, холодильно-складскими, транспортными и прочими ресурсами. При почти нулевой безработице в единственном населенном пункте (г. Северо-Курильск), собственный кадровый резерв отсутствует. В пределах СКЗ практически не развита ремонтная база, база снабжения промысловых и вспомогательных судов.

Дальневосточные учебные заведения готовят практически всех профильных специалистов, необходимых для функционирования рыбохозяйственного комплекса региона. Филиалы от-

раслевого института ФГБНУ «ВНИРО» – ТИНРО, СахНИРО и КамчатНИРО обеспечивают необходимые исследования состояния ресурсов, научное сопровождение промыслов и обоснование объемов изъятия.

Северо-Курильская зона расположена на пересечении судоходных путей из основных промысловых районов северо-западной части Тихого океана, Охотского, Берингова морей, где добывается более 3 млн т биоресурсов в год. Транспортная логистика в основном связана с морскими перевозками. В настоящее время приняты несколько федеральных и региональных программ развития, благодаря которым регион имеет реальную возможность быть встроенным в проект обустройства Северного Морского Пути. Целесообразность строительства хаба в этом регионе нужно оценить всесторонне, в том числе с учетом страховых рисков и технологических решений, связанных с сейсмической активностью региона.

Освоение морских биологических ресурсов более 70% от рекомендованного изъятия считается достаточно высоким. Лишь по отдельным промысловым гидробионтам данного региона возможно увеличение общего объема вылова, в частности по объектам, по которым он далеко не достиг уровня рекомендованного изъятия – макруры, морские окунь, морские водоросли. Увеличение вылова возможно за счет сайры, сардины иваси, скумбрии в периоды высокой численности этих южных мигрантов.

Обширная акватория зоны круглый год свободна ото льда. Особенности гидрологического режима, наличие (хоть и в небольшом количестве) защищенных бухт может способствовать развитию премиального пастбищного и садкового рыбоводства тихоокеанских лососей. Близость круглогодичных промыслов позволяет использовать собственные корма.

Кроме постоянного мониторинга состояния ресурсов ВБР, разработка технологии глубокой переработки и поэтапной разработки проекта, связанного с аквакультурой, от научной идеи до технической реализации – задача рыбохозяйственной науки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При среднемноголетней (2000-2021 гг.) рекомендуемой величине изъятия промысловых гидробионтов в Северо-Курильской зоне 146,75-319,71 (в среднем 244,54) тыс. т, вылов составляет 88,89-259,53 (186,76) тыс. тонн. Сыревая база ВБР в среднем осваивается на 76,4% от рекомендованной величины изъятия. В Северо-Курильской зоне прогнозируются и добываются основные объемы по Дальневосточному бассейну командорского кальмара, терпуга и морского гребешка. Значимую долю, в рекомендуемом изъятии и вылове, занимают минтай, тихоокеанские лососи, макруры. В последнее время отмечается увеличение рекомендованного вылова минтая, трески, камбалы, морских окуней, морского гребешка

и других биоресурсов. Ламинария практически не осваивается.

Из-за высокой степени освоения водных биологических ресурсов в Северо-Курильской зоне резерв видится, прежде всего, в производстве продукции глубокой переработки.

Разная интенсивность промысла различных видов ВБР в течение года в Северо-Курильской зоне связана с особенностями распределения промысловых биологических объектов и его организацией. Структура промыслового флота (численность и соотношение тоннажных групп) и применяемых орудий лова имеет межсезонную и межгодовую динамику. Наибольшее количество судов действовало в летне-осенний период. В последние годы наблюдается увеличение доли судов среднетоннажного флота.

В период от 2000 г. к 2021 г. произошли изменения в структуре используемых орудий лова. Если в начальный период больше всего добывали разноглубинными и донными тралами, дрифтерными сетями и снурреводами, то в последнее время, в связи с запретом дрифтерного промысла тихоокеанских лососей, дрифтерные сети практически исчезли из общей структуры орудий

лова в этом регионе. Сократилась доля бортовых ловушек.

Благодаря своему уникальному экономико-географическому положению Северо-Курильская зона может стать важным звеном в логистической цепи Северного Морского пути.

Очевидно, что для развития рыболовства в данном регионе необходимы новые научные исследования и государственная поддержка.

Авторы выражают искреннюю признательность коллегам – сотрудникам ТИИРо – за консультации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

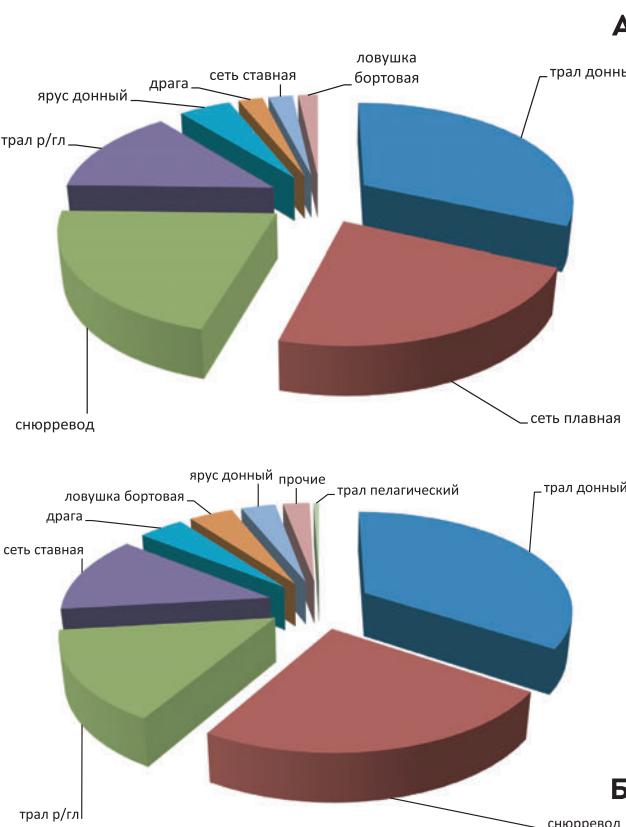
Вклад в работу авторов: В.З. Болдырев – идея работы, подготовка введения, подготовка статьи, подготовка заключения, окончательная проверка статьи; О.З. Бадаев – идея работы, подготовка статьи, подготовка заключения, сбор и анализ данных; И.В. Матросова – анализ данных, окончательная проверка статьи; С.А. Солодовников – сбор и подготовка данных, анализ базы данных; Д.Л. Шабельский – сбор и подготовка данных, анализ базы данных.

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: V.Z. Boldyrev – the idea of the work, preparation of the introduction, preparation of the article, preparation of the conclusion, final verification of the article; O.Z. Badaev – the idea of the work, preparation of the article, preparation of the conclusion, data collection and analysis; I.V. Matrosova – analysis, final verification of the article; S.A. Solodovnikov – data collection and preparation, database analysis; D.L. Shabelsky – data collection and preparation, database analysis.*

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Богданов А.С. Рыбная промышленность Курильских островов // Рыбное хозяйство. – 1946. – № 8. – С. 3–16.
1. Bogdanov A.S. The fishing industry of the Kuril Islands // Fisheries. – 1946. – No. 8. –Pp. 3-16.
2. Лагунов И.И. О рыболовстве японцев на северных Курильских островах // Вопросы истории рыбной промышленности Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. – 2004. – Вып. 7. – С. 124-136.
2. Lagunov I.I. About Japanese fishing on the northern Kuril Islands // Questions of the history of the fishing industry of Kamchatka. – Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatstu. – 2004. – Issue 7. – Pp. 124-136.
3. Глубоковский М.К. Промысел тихоокеанских лососей в водах северных Курильских островов: история, современное состояние, перспективы / М.К. Глубоковский, В.А. Лепская, Е.В. Ведищева, Н.В. Кловач // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 158. – С. 75-88.
3. Glubokovsky M.K. Pacific salmon fishing in the waters of the Northern Kuril Islands: history, current state, prospects / M.K. Glubokovsky, V.A. Lepskaya, E.V. Vedishcheva, N.V. Klovach // Proceedings of VNIRO. – 2015. – Vol. 158. – Pp. 75-88.
4. Шунтов В.П. О рыбопродуктивности дальневосточных морей // Вопросы ихтиологии. – 1987. – Т. 5. – С. 747-754.
4. Shuntov V.P. On the fish productivity of the Far Eastern seas // Questions of ichthyology. – 1987. – Vol. 5. – Pp. 747-754.
5. Расс Т.С. Комплексные исследования вод северных Курильских островов и Кроноцкого залива (Камчатка) // Труды Института океанологии. – 1959. – Т. 36. – С. 282-292.
5. Russ T.S. Complex studies of the waters of the northern Kuril Islands and the Kronotsky Bay (Kamchatka) // Proceedings of the Institute of Oceanology. – 1959. – Vol. 36. – Pp. 282-292.
6. Тарасюк С.Н. Перспективы развития прибрежного рыболовства в районе северных Курильских островов / С.Н. Тарасюк, И.А. Бирюков, Ю.Р. Кочнев и др. // Труды СахНИРО. Биология,



**Рисунок 8.** Доля промысловых усилий (судосуточок лова) судов ведущих добычу различными орудиями лова в Северо-Курильской зоне, %. А – 2003-2020 гг., Б – 2021 г.

**Figure 8.** The share of fishing efforts (ship fishing) of vessels producing various fishing gear in the North Kuril zone, %. A – 2003-2020, B – 2021



состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях. – 2002. – Т. 4. – С. 93-115.

6. Tarasyuk S.N. Prospects for the development of coastal fishing in the area of the northern Kuril Islands / S.N. Tarasyuk, I.A. Biryukov, Yu.R. Kochnev et al. // Proceedings of SakhNIRO. Biology, stock status and habitat conditions of hydrobionts in the Sakhalin-Kuril region and adjacent water areas. - 2002. – Vol. 4. – Pp. 93-115.

7. Буслов А.В. Промысел биоресурсов в водах Курильской гряды: современная структура, динамика и основные элементы / А.В. Буслов, И.А. Бирюков, П.М. Васильт, А.Я. Великанов и др. – Южно-Сахалинск: СахНИРО. – 2013. – 264 с. – DOI: 10.13140/RG.2.1.5173.3206

7. Buslov A.V. Fishing of bioresources in the waters of the Kuril Ridge: modern structure, dynamics and basic elements / A.V. Buslov, I.A. Biryukov, P.M. Vasilets, A.Ya. Velikanov et al. – Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO. – 2013. – 264 p. – DOI: 10.13140/RG.2.1.5173.3206

8. Буслов А.В. Водные биологические ресурсы Сахалинской области и возможности совершенствования их промыслового использования / А.В. Буслов, А.О. Золотов, О.А. Булатов и др. // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 4. – С. 49-55.

8. Buslov A.V. Aquatic biological resources of the Sakhalin region and the possibilities of improving their commercial use / A.V. Buslov, A.O. Zolotov, O.A. Bulatov, etc. // Fisheries. – 2016. – No. 4. – Pp. 49-55.

9. Великанов А.Я. Сырьевые ресурсы морских рыб Сахалина и Курильских островов: состав, современное состояние запасов, их многолетняя изменчивость // Известия ТИНРО. – 2002. – Т. 130. – С. 1122– 1141.

9. Velikanov A.Ya. Raw resources of marine fishes of Sakhalin and the Kuril Islands: composition, current state of stocks, their long-term variability // Izvestiya TINRO. – 2002. – Vol. 130. – Pp. 1122– 1141.

10. Великанов А.Я. Промысел морских биоресурсов и использование сырьевой базы рыболовства в сахалино-Курильском регионе в первые десятилетия ХХI века // Труды СахНИРО. Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях. – 2021. – Т. 17. – С. 3-29.

10. Velikanov A.Ya. Fishing of marine biological resources and the use of the raw material base of fishing in the Sakhalin-Kuril region in the first decades of the XXI century // The works of SakhNIRO. Biology, stock status and habitat conditions of hydrobionts in the

Sakhalin-Kuril region and adjacent water areas. – 2021. – Vol. 17. – Pp. 3-29.

11. Бадаев О.З. Южно-Курильская зона: состояние ресурсов и промысла в 2000-2020 годы / О.З. Бадаев, В.З. Болдырев, Д.Л. Шабельский, С.А. Соловьевников // Рыбное хозяйство. – 2021. – № 5. – С. 48-55. – DOI 10.37663/0131-6184-2021-5-48-55.

11. Badaev O.Z. South Kuril zone: the state of resources and fishing in 2000-2020 / O.Z. Badaev, V.Z. Boldyrev, D.L. Shabelsky, S.A. Solodovnikov // Fisheries. – 2021. – No. 5. – Pp. 48-55. – DOI 10.37663/0131-6184-2021-5-48-55.

12. Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыболово-промышленного бассейна (краткая версия) / Прогноз общего вылова гидробионтов по дальневосточному рыболово-промышленному бассейну // Изд-во ТИНРО. Владивосток. – 2010–2021.

12. The state of fishing resources Far Eastern fisheries basin (short version) / Forecast of the total catch of aquatic organisms in the Far Eastern fisheries basin // TINRO Publishing House. Vladivostok. - 2010-2021.

13. Золотов О.Г. Северный одноперый терпуг // Биологические ресурсы Тихого океана. – М.: Наука. – 1986. – С. 310-319.

13. Zolotov O.G. Northern one-feathered terpug // Biological resources of the Pacific Ocean. – M.: Nauka. - 1986. - Pp. 310-319.

14. Антонов Н.П. Биология и динамика восточно-камчатского минтая: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.П. Антонов. – Владивосток. – 1991. – 23 с.

14. Antonov N.P. Biology and dynamics of the East Kamchatka pollock: Abstract. dis. ... cand. biol. nauk / N.P. Antonov. – Vladivostok. - 1991. – 23 p.

15. Низяев С.А., Клитин А.К. Пространственная структура поселений равнощипого краба *Lithodes aequispinus* Курильских островов Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. – 2002. – С. 173.

15. Nizyaev S.A., Klitin A.K. Spatial structure of settlements of the equiparous crab *Lithodes aequispinus* of the Kuril Islands Electronic means and control systems. Materials of reports of the International Scientific and Practical Conference. - 2002. - p. 173.

16. Электронный ресурс. Режим доступа URL: <http://docs.ctnd.ru/document/550283013> [дата обращения 16.12.2020 г.]

16. Electronic resource. URL access mode: <http://docs.ctnd.ru/document/550283013> [accessed 12/16/2020]

# Экологические особенности корюшек, обитающих в Хабаровском крае, и перспективы их промысла

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-59-64

Кандидат биологических наук  
**Е.В. Млынар** – заведующий кафедрой биологии и генетики Дальневосточного государственного медицинского университета (ФГБОУ ВО «ДВГМУ» Минздрава России). Руководитель Научно-экспертного отдела Межрегиональной общественной организации «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического и практического содействия социально-экономическому и культурному росту регионов «Рост Регионов» (МРОО «Рост Регионов»);

Доктор биологических наук  
**И.Е. Хованский** – Председатель Межрегиональной общественной организации «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического и практического содействия социально-экономическому и культурному росту регионов «Рост Регионов» (МРОО «Рост Регионов»);

Доктор биологических наук доцент **А.А. Смирнов** – главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), профессор лаборатории точных и естественных наук Северо-Восточного государственного университета (ФГБОУ ВО «СВГУ»)

@ mlynar@bk.ru;  
 ikhovansky@mail.ru;  
 andrsmir@mail.ru

## ECOLOGICAL FEATURES OF SMELT LIVING IN THE KHABAROVSK TERRITORY AND PROSPECTS FOR THEIR FISHING

Candidate of Biological Sciences E.V. Mlynar – Head of the Department of Biology and Genetics of the Far Eastern State Medical University (Far Eastern State Medical University "DVSMU" of the Ministry of Health of Russia), Head of the Scientific and Expert Department of the Interregional public Organization "Socio-Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance to Socio-economic and Cultural Rising of Regions "Rising of Regions" (MROO "Rising of Regions");

Doctor of Biological Sciences I.E. Khovansky – Chairman of the Interregional public Organization "Socio-Progressive Alliance of Scientific, Theoretical and Practical Assistance to Socio-economic and Cultural Rising of Regions "Rising of Regions" (MROO "Rising of Regions"); Doctor of Biological Sciences, Associate Professor A.A. Smirnov – Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Professor of the Laboratory of Exact and Natural Sciences of the Northeastern State University (SVSU)

Data on ecological features and commercial development of the main smelt species living in the Khabarovsk Territory are presented. The role of smelt in the structure of aquatic biological resources of the region at the present time is analyzed. The information obtained can be used to substantiate their rational fishing and reproduction.

### Ключевые слова:

Хабаровский край, корюшки, длина, масса, запас, промысел, вылов

### Keywords:

Khabarovsk Territory, smelt, length, weight, stock, fishing, catch

В морских и речных экосистемах Хабаровского края обитают четыре вида корюшек. Три из них относятся к роду *Hypomesus* – малоротые корюшки: *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856) – морская малоротая корюшка, *Hypomesus olidus* (Pallas, 1814) – обыкновенная малоротая корюшка, *Hypomesus japonensis* (McAllister, 1963) – японская малоротая корюшка, и один вид – к роду *Osmerus* – корюшки: *Osmerus dentex* (Steindachner et Kner, 1870) – зубатая корюшка [1].

В отношении последнего вида известны и используются другие названия – *Osmerus mordax dentex* (Steindachner, 1870) – азиатская или тихоокеанская корюшка [2], либо тихоокеанская зубатая корюшка [3], а также *Osmerus mordax dentex* (Steindachner et Kner, 1870) – зубатая корюшка [1].

тихоокеанская зубатая корюшка [4], *Osmerus dentex* (Steindachner et Kner, 1870) – азиатская корюшка [5]. Для вида *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856) используется также название морская (японская) малоротая корюшка [3], либо морская малоротая (японская) корюшка [4].

Из них промыслом охвачены три вида: морская малоротая корюшка, обыкновенная малоротая корюшка, зубатая корюшка.

На территории Хабаровского края корюшки распространены неравномерно, их промысел осуществляется в пределах достаточно четко ограниченных участков. По североохотоморскому побережью основным промысловым объектом среди корюшек много лет остается зубатая корюшка, на р.

Амур – обыкновенная малоротая корюшка, а по побережью материковой части Татарского пролива – морская малоротая корюшка.

Осуществляя нерестовые миграции вдоль побережья и по водотокам, корюшки образуют преднерестовые скопления, которые успешно осваиваются как промышленниками, так и рыбаками-любителями. Однако в предыдущие десятилетия литературные данные, посвященные описанию этих видов в Хабаровском крае и ближайших районах, касались в основном лишь отдельных аспектов экологии, биологии и промысла [2; 6-11]. Это обуславливалось тем, что длительное время в крае корюшки считались второстепенными видами для промысла [12].

В последнее время, в связи с изменением потребностей внутреннего рынка, стал наблюдаться рост интереса промышленников к данным объектам, происходит рост уловов и значительное увеличение общих объемов промыслового освоения корюшек. Это вызвало необходимость более тщательного изучения особенностей экологии и биологии этих промысловых видов. Появились новые научные и промысловые сведения по отдельным видам корюшек из разных районов [5; 13-15]. В настоящем сообщении представлены обобщенные данные по особенностям экологии, биологии и перспективам промысла корюшек в Хабаровском крае.

В работе использованы и проанализированы ранее опубликованные сведения о корюшках, в том числе – публикации авторов статьи, результаты опроса рыбаков и рыбопромысловая статистика Росрыболовства, а также неопубликованные ранее научные материалы, собранные одним из авторов в 2007-2020 гг. в зал. Чихачева и бух. Датта (Татарский пролив) и на р. Уда (Охотское море). Для исследования использовалась рыба из промышленных уловов и уловов рыбаков-любителей. Биологический анализ проводили по общепринятой методике [16].

***Северо-Охотоморская подзона (р. Уда).*** В водах Охотского моря, примыкающих к побережью Хабаровского края, зубатая корюшка активно вылавливается промышленниками, а также рыбаками-любителями. Нерестовая миграция азиатской корюшки в р. Уда начинается в мае-июне, после прохождения пика весеннего половодья. В значительной степени начало нерестового хода зависит от гидрометеорологических условий района и связано с освобождением прилегающих к устью реки акваторий Удской губы от льда [5]. Продолжительность нерестового хода составляет от 3 до 10 суток. Нерестится – на галечном грунте с хорошей проточностью на рас-

стоянии до 11 км от устья реки. В других участках естественного ареала (например, р. Тауй) азиатская корюшка, кроме песчано-галечного грунта, может избирать в качестве нерестового субстрата и заливаемую паводком прошлогоднюю растительность, то есть являться типичным фитофилом [17].

При анализе размерно-весовых показателей зубатой (азиатской) корюшки р. Уда (2020 г.) были отмечены более крупные размеры самок, при этом в целом распределение особей, как среди самцов, так и среди самок, носило унимодальный характер (рис. 1). Например, длина по АС у самок корюшки в выборке варьировала в пределах от 12,2 до 22 см, составив в среднем 17,2 см. Средняя длина АС самцов составила 16 см, изменяясь в пределах от 12,7 до 20,5 см. Показатели массы самцов и самок при этом также различались: масса самок корюшки в выборке 2020 г. варьировала в пределах от 12,5 до 72 г, составив в среднем 34,2 г, а средняя масса самцов составила 25,7 г, изменяясь в пределах от 16 до 55,5 г (табл. 1).

При сопоставлении, полученных нами данных с опубликованными ранее сведениями других исследователей [5], отмечено, что средние размерно-весовые показатели азиатской корюшки в 2020 г. были ниже, чем в прошлые годы (табл. 2).

Основной массовый отлов азиатской корюшки в р. Уда осуществляется в период нерестовой миграции при помощи ставных сетей и закидных неводов. До некоторого времени прогноз улова корюшки для северо-западной части Охотского моря базировался на экспертной оценке величины ее запаса. С учетом предосторожного подхода, объем возможного вылова азиатской корюшки непосредственно в р. Уда определялся в количестве 150 тонн. Данный объем был вполне оправдан, поскольку, по данным исследователей, именно на указанный водоток приходится около 70% запаса всей корюшки в водах Шантарского моря [5].

В последнее десятилетие объемы добычи корюшки постепенно росли, достигнув максимума

**Таблица 1.** Размерно-весовые показатели азиатской корюшки р. Уда в 2020 году\* /

**Table 1.** Size and weight indicators of the Asian smelt p. Uda in 2020

Пол	Доля в выборке, % (n)	Масса, г	Длина АС, мм	Длина АД, мм	Длина АВ, мм
Самец	61,2 (63)	<u>16-55,5</u> 25,7	<u>12,7-20,5</u> 16,0	<u>10,4-15,4</u> 11,7	<u>15,0-23,0</u> 17,2
Самка	38,8 (40)	<u>12,5-72</u> 34,2	<u>13,3-22,0</u> 17,2	<u>9,6-15,9</u> 126,7	<u>14,0-23,0</u> 18,5

\* Здесь и далее: над чертой – средний показатель; под чертой – пределы значений; n – число изученных особей, экз.

**Таблица 2.** Средние размерно-весовые показатели азиатской корюшки р. Уда по годам [5] /  
**Table 2.** Average size and weight indicators of the Asian smelt p. Uda by year [5]

Показатели по годам	2001	2002	2007	2014	2015	2016	2020*
Длина (АС), см	16,9	17,2	18,0	19,7	18,4	18,5	16,5
Масса, г	-	48,3	49,3	67,6	54,6	50,3	29,1

\* Наши данные

в 2017 г., когда только по официальной статистике он составил 373 тонн. После этого произошло значительное снижение вылова – например, в 2019 г. официальный вылов составил 255 тонн. Оценивая ситуацию, следует признать, что в 2017 г. в указанном районе, видимо, произошел перелов корюшки, ввиду чего было рекомендовано снизить рекомендуемые объемы вылова.

Возможно, необходимы и более радикальные меры, вплоть до закрытия промысла на некоторое время – до восстановления первоначального размера популяции.

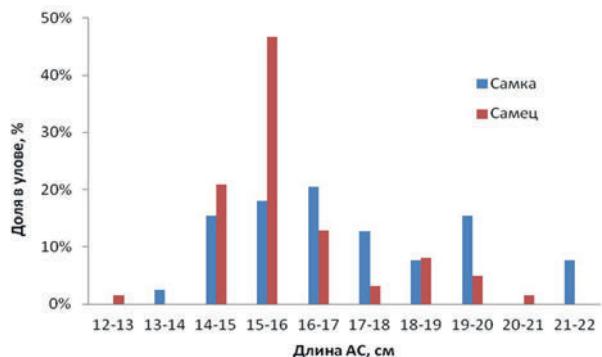
Таким образом, в настоящее время ситуация с зубатой (азиатской) корюшкой Охотоморского побережья Хабаровского края в основном районе ее промысла нестабильна. Вид находится под значительным прессом и требует пристального внимания и мероприятий по восстановлению численности и запасов.

**Бассейн реки Амур.** В бассейне р. Амур основным видом корюшеч, активно осваиваемым промышленностью, является обыкновенная малоротая корюшка. Известно, что этот вид, в зависимости от условий обитания, способен образовывать три экологические формы: проходную, озерно-речную и озерную [18; 19]. В бассейне р. Амур представлены все эти формы, однако хорошо налаженный промышленный лов касается лишь одной из них – проходной.

Несмотря на значительный вылов, проходная форма до настоящего времени была исследована достаточно слабо и лишь отдельными аспектами [6; 11; 13]. Одно из наиболее полных описаний ее современного состояния и особенностей промысла дано в работе О.В. Вилкиной и А.П. Шмигирилова [15]. Согласно этим данным, экологические особенности проходной формы малоротой корюшки позволяют ей совершать анадромные миграции в р. Амур два раза в год: в зимне-весенний период – на нерест, и в осенний период – на зимовку. При этом в период нерестовой миграции у обыкновенной малоротой корюшки, как и у некоторых других видов рыб, например тихоокеанских лососей, наблюдается снижение трофической активности. В разные годы размеры и масса производителей у корюшки в р. Амур варьировали в достаточно широких пределах, однако в целом тренда к снижению показателей не отмечено.

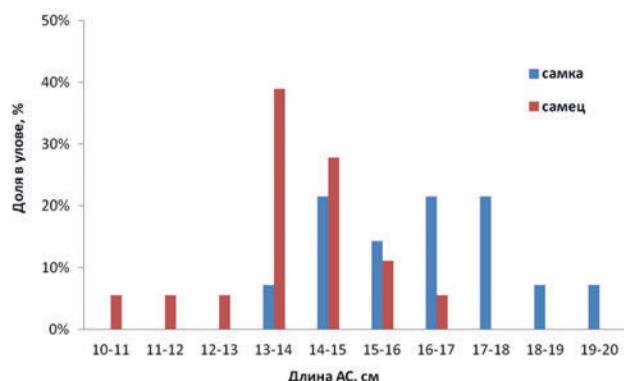
За последние 40 лет ежегодное освоение обыкновенной малоротой корюшки в значительной степени изменилось (табл. 3).

Существенный спад вылова, как видно в табл. 3, отмечался с середины 90-х до начала 2000-х годов. Однако, по-видимому, данный факт был связан не с изменением состояния популяции корюшки,



**Рисунок 1.** Распределение самцов и самок азиатской корюшки в р. Уда по размерам (2020 г.), %

**Figure 1.** Distribution of males and females of Asian smelt in the Uda River by size (2020), %



**Рисунок 2.** Распределение самцов и самок морской малоротой корюшки в бух. Датта по размерам (2018 г.), %

**Figure 2.** Distribution of males and females of small-mouthed smelt in Datta Bay by size (2018), %

а с существовавшей экономической ситуацией, когда менее ценные виды временно оказались невостребованными.

С восстановлением структуры рыболовства, в том числе с развитием в районах добычи первичной заморозки и переработки, интерес к данному ресурсу стал восстанавливаться. На уровень освоения 1980-х промышленность вышла в конце 2000-х годов. Затем последовала интенсификация промысла и постепенное увеличение вылова объекта, продолжающееся по настоящее время. Это хорошо подтверждается данными по освоению, которые

в период с 2010 по 2019 г. выросли в 3,7 раза и составили 2968 т в 2019 г. против 799,7 т в 2010 году. [15]. Следует отметить, что общее увеличение вылова достаточно слабо коррелирует с эффективностью промысла, и последняя подвержена значительным вариациям, в зависимости от числа применяемых орудий лова. Это объясняется тем фактом, что основной промысел осуществляется на участке протяженностью 200 км, а количество орудий лова (ставные невода) превышает 100 шт.

Таким образом, несмотря на относительно благополучное состояние ресурса, его освоение проводится недостаточно рационально. Целесообразно было бы рекомендовать уменьшить количество орудий лова в 1,5-2 раза. Это повлекло бы за собой увеличение улова на усилие, снижение затрат на добывчу объекта и в целом повышение экономической эффективности. Также это повлекло бы снижение итоговой цены реализации готовой продукции, что, в свою очередь, расширило бы спрос на нее непосредственно в регионе.

**Татарский пролив.** Ранее, при проведении добычи корюшек в Татарском проливе, в статистике освоения не выделяли отдельно морскую малоротую и обыкновенную малоротую корюшек [20]. Отдельное квотирование стало практиковаться только в последнее время. Научные данные показали, что при промысле преимущественно происходит вылов морской малоротой корюшки, которая на побережье пролива является основным промысловым объектом среди корюшковых рыб, преобладая как в уловах рыбаков-любителей, так и в традиционном рыболовстве коренных народностей.

Размерно-весовые и качественные коммерческие показатели морской малоротой корюшки вполне соответствуют потребительскому спросу. Промысловая длина (АС) у самок корюшки в бух. Датта варьировалась в пределах от 13,2 до 19,4 см, составив в среднем 16,2 см. Самцы в выборке были несколько мельче самок, размерные показатели по длине АС у них составили в среднем 13,8 см, при вариации в преде-

лах от 10,3 до 16,5 (см. рис. 2). При сравнении данных с результатами промеров в зал. Чихачева можно сделать заключение, что размеры корюшки в этих относительно удаленных районах достаточно схожи (табл. 4). В то же время весовые характеристики имеют небольшие различия – корюшка из бух. Датта крупнее, чем в зал. Чихачева, что, вероятно, связано с различием кормовой базы и условиями обитания.

На начало 2000-х годов промышленное освоение данного вида не превышало 140 т по всему побережью, и корюшка входила в категорию объектов, недоиспользуемых промыслом [12; 20] (рис. 3). В настоящее время, ввиду экономической перестройки, промысловая ситуация с данным объектом претерпела значительные изменения, и востребованность морской малоротой корюшки ежегодно повышается не только у любителей, но и у промышленников, несмотря на уменьшение ее численности под воздействием хозяйственной деятельности человека [9; 14].

Только на севере Татарского прол. в зал. Чихачева (первый из основных районов промысла корюшки) каждый год ежедневно в зимний период на льду находится до 100-300 рыбаков [14]. В центральной части материкового побережья Татарского прол. в окрестностях пос. Ванино (в том числе в устьевой части р. Тумнин) расположен второй основной район добычи этого популярного у рыбаков объекта.

Для оценки улова на усилие и суточного освоения на одно орудие лова в 2018 г. в бух. Датта нами был проведен анализ вылова морской малоротой корюшки рыбаками-любителями путем взвешивания их дневного улова. В зимний период 2018 г. дневные уловы малоротой корюшки варьировали от 0,9 до 1,5 кг на рыбака, в среднем составляя 1,2 кг. Улов на усилие в течение сезона варьировал от 0,3 до 0,45 кг/ч на одну удочку, в среднем составляя 0,37 кг/ч. Эти показатели несколько ниже данных из зал. Чихачева (там в 2016 г. улов на усилие составлял 2 кг/ч на одну удочку, а в 2006 г. – 3 кг/ч на одну удочку).

**Таблица 3.** Среднемноголетние уловы обыкновенной малоротой корюшки в р. Амур, по периодам, т [15] / **Table 3.** Average annual catches of common small-mouthed smelt in the Amur River, by period, t [15]

1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
530,1	373,5	442,7	1569,2

**Таблица 4.** Размерно-весовые показатели морской малоротой корюшки Татарского пролива / **Table 4.** Size and weight indicators of the small-mouthed smelt of the Tatar Strait

Пол	Зал. Чихачева, 2006 г. (Млынар, Фомина, 2017)			Зал. Чихачева, 2016 г. (Млынар, Фомина, 2017)			Бух. Датта, 2018 г. (наши данные)		
	Масса, г	Длина по АС, мм	n	Масса, г	Длина по АС, мм	n	Масса, г	Длина по АС, мм	n
♀	40.5 5.9-108	165.9 100-235	122	31.8 17.9-54.5	160.4 139-180	52	47 38-59	162 132-194	36
♂	30 13.6-54	153.9 128-188	86	33.5 18.4-58	167.5 142-206	48	39.1 22-49	138 103-165	28
♀ и ♂	35.6 5.9-108	159.6 100-235	208	32.7 17.9-58	164.7 139-206	100	42.6 22-59	149 103-194	64

По нашим наблюдениям, в зимний период 2018 г. в бух. Датта ежедневно находилось до 50 рыбаков-любителей, занятых зимней добычей корюшки. В выходные дни их число увеличивалось до 100 человек. Как ранее для зал. Чихачева, для бух. Датта мы провели экспертизу оценку изъятия этого объекта. Исходя из средних уловов и количества рыбаков, общий любительский вылов корюшки за будний день составлял около 60 кг, согласно следующему расчету:  $1,2 \text{ кг/день} \times 50 \text{ рыбаков} = 60 \text{ кг}$ . Вылов в выходные дни составлял 120 кг, согласно следующему расчету:  $1,2 \text{ кг/день} \times 100 \text{ рыбаков} = 120 \text{ кг}$ . Поскольку основной сезон лова корюшки продолжается не более двух месяцев, мы оценили максимальный любительский вылов за этот период (1 месяц включал 8 выходных и 22 будних дня). Он составил  $2 \times (8 \times 120 + 22 \times 60) = 4560 \text{ кг}$ , или 4,5 тонны. Эти данные значительно ниже показателей вылова корюшки в зал. Чихачева (там вылов в 2016 г. был оценен по схожей методике в величину около 90 т, а десятью годами ранее, в 2006 г., он был вдвое больше – 180 т).

Отсутствие положительных тенденций к увеличению численности морской малоротой корюшки, а также рост числа рыбаков, при ощущении снижении уловов, ставят под вопрос рациональность ведения промысла и увеличение объемов ее добычи на побережье Татарского пролива, примыкающего к Хабаровскому краю. В связи с этим необходимо принятие мер по снижению промысловой нагрузки, сбору достоверной информации о состоянии запаса и оценке фактического изъятия вида при различных видах рыболовства.

Увеличение объемов освоения корюшек (зубатой, малоротой обыкновенной и малоротой морской) в Хабаровском крае в последние годы свидетельствует о востребованности данных объектов промысла и необходимости серьезного отношения к контролю за состоянием их запасов. При переловах популяции корюшек могут надолго войти в депрессивное состояние, что убедительно показано на соседних регионах [21-23]. Все виды корюшек Хабаровского края, в основных районах их промышленной добычи и любительского рыболовства, находятся под значительным прессом, требуют пристального внимания и изучения, а также – мероприятий по восстановлению численности и запасов. Следует также отметить, что по каждому виду корюшек возможный вылов рекомендуется для подзоны в целом. Корюшки, как уже говорилось выше, образуют скопления лишь в некоторых местах, поэтому существует вероятность локальных переловов, что может привести к снижению природно-ресурсного потенциала региона [24]. Возможно, следует внести изменения в законодательные акты, которые регулируют промысел, с указанием отдельных, научно-обоснованных, объемов изъятия по каждой крупной группировке, обитающей в отдельном заливе, например, как это рекомендовано для морской малоротой корюшки [25].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: Е.В. Млынар – идея статьи, сбор и анализ данных, подготовка статьи; И.Е. Хованский – подготовка статьи; А.А. Смирнов – подготовка статьи и ее окончательная проверка.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: E.V. Mlynar – the idea of the article, data collection and analysis, preparation of the article; I.E. Khovansky – preparation of the article; A.A. Smirnov – preparation of the article and its final verification.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

- Богуцкая, Н.Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. / Н.Г.Богуцкая, А.М. Насека – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 с.
1. Bogutskaya, N.G. Catalogue of jawless and fish of fresh and brackish waters of Russia with nomenclature and taxonomic comments. / N.G.Bogutskaya, A.M. Naseka – M.: Association of Scientific Publications of the CMC, 2004. – 389 p.
2. Черешнев, И.А. Первые данные по биологии азиатской корюшки *Osmerus mordax dentex* Steindachner Тауйской губы (северо-западное побережье Охотского моря) / И.А. Черешнев, С.А. Попов // Биология пресноводных рыб Дальнего Востока. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. – С. 128-146.
2. Chereshnev, I.A. The first data on the biology of the Asian smelt *Osmerus mordax dentex* Steindachner of the Tauiskaya Bay (north-west coast of the Sea of Okhotsk) / I.A. Chereshnev, S.A. Popov // Biology of freshwater fish of the Far East. – Vladivostok: DVO OF the USSR Academy of Sciences, 1987. – Pp. 128-146.
3. Черешнев, И.А. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря. / И.А. Черешнев, В.В. Волобуев, И.Е. Хованский, А.В. Шестаков – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 196 с.
3. Chereshnev, I.A. Coastal fishes of the northern part of the Sea of Okhotsk. / I.A. Chereshnev, V.V. Volobuev, I.E. Khovansky, A.V. Shestakov – Vladivostok: Dalnauka, 2001. – 196 p.
4. Федоров В.В. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря. / В.В. Федоров – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 206 с.
4. Fedorov V.V. Catalog of marine and freshwater fish of the northern part of the Sea of Okhotsk. / V.V. Fedorov – Vladivostok: Dalnauka, 2003. – 206 p
5. Овсянников, В.П. Азиатская корюшка *Osmerus dentex* Steindachner et Kner, 1870 реки Уда (северо-западная часть Охотского моря) – биология, экология, промысел / В.П. Овсянников, А.Ю. Немченко, А.Н. Канзепарова // Известия ТИИРО. – 2019. – Т. 199. – С. 83-97.
5. Ovsyannikov, V.P. Asian smelt *Osmerus dentex* Steindachner et Kner, 1870 Uda River (north-western part of the Sea of Okhotsk) – biology, ecology, fishing / V.P. Ovsyannikov, A.Y. Nemchenko, A.N. Kanzeparova // TINRO News. – 2019. – Vol. 199. – Pp. 83-97.
6. Дьяченко, Ю.С. Характеристика нерестовой части популяции малоротой корюшки *Hypomesus olidus* (Pallas) в бассейне Амура в 2003 году // Актуальные проблемы изучения и использования водных биоресурсов: материалы 2-й Всероссийской интернет-конференции молодых ученых. / Ю.С. Дьяченко – Владивосток: ТИИРО-центр, 2004. – С. 53-56.
6. Dyachenko, Yu.S. Characteristics of the spawning part of the population of the small-mouthed smelt *Hypomesus olidus* (Pallas) in the Amur basin in 2003 // Actual problems of studying and using aquatic biological resources: materials of the 2-nd All-Russian Internet Conference of Young Scientists. / Yu.S. Dyachenko – Vladivostok: TINRO-center, 2004. – Pp. 53-56
7. Беляев, В.А. Биоэкономические перспективы развития прибрежного рыболовства и аквакультуры Хабаровского края. / В.А. Беляев, В.В. Шевченко, В.П. Овсянников, С.И. Никоноров. – М.: Экономика и информатика, 2004. – 180 с.
7. Belyaev, V.A. Bioeconomical prospects for the development of coastal fisheries and aquaculture of the Khabarovsk Territory. / V.A. Belyaev, V.V. Shevchenko, V.P. Ovsyannikov, S.I. Nikonorov. – M.: Economics and Informatics, 2004. – 180 p.
8. Млынар, Е.В. Морская малоротая корюшка *Hypomesus japonicus* залива Чихачева (Татарский пролив). / Е.В. Млынар, А.Ю. Немченко // Вопросы рыболовства. 2007. – Т. 8, № 1. – С. 40-46.
8. Mlynar, E.V. Small-mouthed sea smelt *Hypomesus japonicus* of Chikhachev Bay (Tatar Strait). / E.V. Mlynar, A.Y. Nemchenko // Fishing issues. 2007. – Vol. 8, No. 1. – Pp. 40-46.

9. Млынар, Е.В. Некоторые сведения о тихоокеанской зубастой (азиатской) корюшке – *Osmerus mordax dentex* в Охотском море. / Е.В. Млынар, А.Ю. Немченко. // Природные ресурсы и экологические проблемы Дальнего Востока. – Хабаровск: ДВГТУ, 2007. – С. 135-138.

9. Mlynar, E.V. Some information about the Pacific toothy (Asian) smelt – *Osmerus mordax dentex* in the Sea of Okhotsk. / E.V. Mlynar, A.Y. Nemchenko. // Natural resources and environmental problems of the Far East. – Khabarovsk: DVGGU, 2007. – Pp. 135-138.

10. Коцюк, Д.В. Формирование ихтиофауны Зейского водохранилища: ретроспективный анализ и современное состояние. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. / Коцюк Д.В. – Владивосток, 2009. – 24 с.

10. Kotyuk, D.V. Formation of the ichthyofauna of the Zeya reservoir: a retrospective analysis and the current state. Autoref. dis. ... cand. biol. sciences. / Kotyuk D.V. – Vladivostok, 2009. – 24 p.

11. Мазникова, О.А. Малоротая корюшка как перспективный объект промысла в Амурском лимане // Регионы нового освоения: ресурсный потенциал и инновационные пути его использования: сборник докладов конференции с международным участием. / О.А. Мазникова. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2011. – С. 163-165.

11. Maznikova, O.A. Little-mouthed smelt as a promising object of fishing in the Amur estuary // Regions of new development: resource potential and innovative ways of its use: a collection of conference reports with international participation. / O.A. Maznikova. – Khabarovsk: IVEP FEB RAS, 2011. – Pp. 163-165.

12. Хованский, И.Е. Оценка современного состояния и уровня использования запасов водных биологических ресурсов Хабаровского края / Хованский И.Е., Зеленева Г.К., Крушинова А.С., Коцюк Е.А. [и другие] // Вопросы рыболовства. – 2009. – Т. 10, № 3 (39). – С. 433-452.

12. Khvovsky, I.E. Assessment of the current state and level of use of reserves of aquatic biological resources of the Khabarovsk Territory / Khovsky I.E., Zeleneva G.K., Krushanova A.S., Kotyuk E.A. [and others] // Fishing issues. - 2009. – Vol. 10, No. 3 (39). – Pp. 433-452.

13. Островская, Е.В. Промыслово-биологическая характеристика обыкновенной малоротой корюшки *Hypomesus olidus* (Pallas, 1814) р. Амур / Е.В. Островская // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление: сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. – С. 101-105.

13. Ostrovskaya, E.V. Commercial and biological characteristics of the common small-mouthed smelt *Hypomesus olidus* (Pallas, 1814) Amur River / E.V. Ostrovskaya // Aquatic biological resources of Russia: status, monitoring, management: a collection of materials of the All-Russian Scientific Conference with international participation dedicated to the 85th anniversary of the Kamchatka Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2017. – Pp. 101-105.

14. Млынар, Е.В. Оценка любительского рыболовства морской малоротой корюшки *Hypomesus japonicus* залива Чихачева (Татарский пролив, Хабаровский край) / Е.В. Млынар, И.В. Фомина // Вопросы рыболовства. – 2017. – Т. 18, № 1. – С. 114-119.

14. Mlynar, E.V. Assessment of amateur fishing of the small-mouthed sea smelt *Hypomesus japonicus* of Chikhachev Bay (Tatar Strait, Khabarovsk Krai) / E.V. Mlynar, I.V. Fomina // Questions of fishing. – 2017. – Vol. 18, No. 1. – Pp. 114-119.

15. Вилкина, О.В. Биология и промысел проходной обыкновенной малоротой корюшки *Hypomesus olidus* в бассейне реки Амур / О.В. Вилкина, А.П. Шмигиролов. // Известия ТИНРО. – 2020. – Т. 200, № 4. – С. 856-872.

15. Vilkina, O.V. Biology and fishing of the common small-mouthed smelt *Hypomesus olidus* in the Amur River basin / O.V. Vilkina, A.P. Shmigirilov. // News of TINRO. - 2020. – Vol. 200, No. 4. – Pp. 856-872.

16. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин – М.: Пищепромиздат, – 1966. – 376 с.

16. Pravdin, I.F. Guide to the study of fish / I.F. Pravdin – M.: Pishchepromizdat, – 1966. – 376 p.

17. Ракитина, М.В. Изменения биологических и морфометрических показателей азиатской корюшки *Osmerus dentex* Тауйской губы (северная часть Охотского моря) в 1983 и 2015 гг. в результате антропогенного воздействия / М.В. Ракитина, А.А. Смирнов // Вопросы рыболовства. – 2019. – Т. 20, № 3. – С. 303-311.

17. Rakitina, M.V. Changes in biological and morphometric indicators of the Asian smelt *Osmerus dentex* of the Taui Bay (northern part of the Sea of Okhotsk) in 1983 and 2015 as a result of anthropogenic impact / M.V. Rakitina, A.A. Smirnov // Questions of fisheries. – 2019. – Vol. 20, No. 3. – Pp. 303-311.

18. Гриценко, О.Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). / О.Ф. Гриценко – М.: ВНИРО, 2002. – 248 с.

18. Gritsenko, O.F. Passing fish of Sakhalin Island (systematics, ecology, fishing). / O.F. Gritsenko – M.: VNIRO, 2002. – 248 p.

19. Черешнев, И.А. Пресноводные рыбы Чукотки. / И.А. Черешнев – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2008. – 324 с.

19. Cherezhev, I.A. Freshwater fish of Chukotka. / I.A. Cherezhev – Magadan: SVNTs FEB RAS, 2008. – 324 p.

20. Золотухин, С.Ф. Анадромные рыбы российского материкового побережья Японского моря и современный статус их численности / С.Ф. Золотухин // Известия ТИНРО. – 2002. – Т. 130. – Ч. 2. – С. 800-818.

20. Zolotukhin, S.F. Anadromous fishes of the Russian mainland coast of the Sea of Japan and the current status of their abundance / S.F. Zolotukhin // Izvestiya TINRO. - 2002. – Vol. 130. – Part 2. – Pp. 800-818.

21. Парпуря, И.З. Биология и внутривидовая дифференциация корюшек Приморья / И.З. Парпуря, Н.В. Колпаков // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – 2001. – Вып. 1. – С. 284-295.

21. Parpura, I.Z. Biology and intraspecific differentiation of smelt of Primorye / I.Z. Parpura, N.V. Kolpakov // Readings in memory of Vladimir Yakovlevich Levanidov. - 2001. – Issue 1. – Pp. 284-295.

22. Хованский, И.Е. Корюшковые рыбы северной части Охотского моря как сырьевая база прибрежного рыболовства: биология, численность, перспективы промысла / И.Е. Хованский, М.В. Ракитина, М.Ю. Санталова // Пути решения проблем изучения, освоения и сохранения биоресурсов Мирового океана в свете морской доктрины Российской Федерации на период до 2020 года: материалы Всероссийской конференции (Москва, 20-22 марта 2002 г.). – М., 2002. – С. 217-219.

22. Khovsky, I.E. Smelt fish of the northern part of the Sea of Okhotsk as a raw material base of coastal fishing: biology, abundance, prospects of fishing / I.E. Khovsky, M.V. Rakitina, M.Yu. Santalova // Ways to solve the problems of studying, developing and preserving the biological resources of the World Ocean in the light of the maritime doctrine of the Russian Federation for the period up to 2020: Materials of the All-Russian Conference (Moscow, March 20-22, 2002). – M., 2002. – Pp. 217-219.

23. Хованский, И.Е. Корюшковые рыбы северной части Охотского моря: биология, численность, перспективы промысла / И.Е. Хованский, М.В. Ракитина, М.Ю. Санталова // Рыбное хозяйство. – 2005. – № 6. – С. 60-61.

23. Khovsky, I.E. Smelt fish of the northern part of the Sea of Okhotsk: biology, abundance, prospects of fishing / I.E. Khovsky, M.V. Rakitina, M.Yu. Santalova // Fisheries. – 2005. – No. 6. – Pp. 60-61.

24. Млынар, Е.В. Биологические характеристики и оценка перспектив промысла корюшек в Хабаровском крае в контексте сохранения природно-ресурсного потенциала региона / Е.В. Млынар, И.Е. Хованский, А.А. Смирнов // Материалы XXI Международной научно-практической конференции «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». – Пенза, 2023. – С. 170-175.

24. Mlynar, E.V. Biological characteristics and assessment of prospects for smelt fishing in the Khabarovsk Territory in the context of preserving the natural resource potential of the region / E.V. Mlynar, I.E. Khovsky, A.A. Smirnov // Materials of the XXI International Scientific and Practical Conference "Natural resource potential, ecology and sustainable development of the regions of Russia". – Penza, 2023. – Pp. 170-175.

25. Ракитина, М.В. Особенности экологии и промысла морской малоротой корюшки (*Hypomesus japonicus*) в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря / М.В. Ракитина, А.А. Смирнов // Материалы XXII международной научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2021. – С. 221-224.

25. Rakitina, M.V. Features of ecology and fishing of small-mouthed smelt (*Hypomesus japonicus*) in the North Okhotsk subzone of the Sea of Okhotsk / M.V. Rakitina, A.A. Smirnov // Materials of the XXII International scientific Conference "Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas", Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2021. – Pp. 221-224.

26. Ракитина, М.В. Features of ecology and fishing of small-mouthed smelt (*Hypomesus japonicus*) in the North Okhotsk subzone of the Sea of Okhotsk / M.V. Rakitina, A.A. Smirnov // Materials of the XXII International scientific Conference "Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas", Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2021. – Pp. 221-224.



### Ключевые слова:

артемия, гипергалинний водоем, мониторинг, артемия (на стадии цист), биоресурс, трансгрессивная фаза водности, оз. Кулундинское, добыча (вылов)

### Keywords:

artemia, brackish-water fauna, hyperhaline reservoir, monitoring, artemia (at the stage of cysts), bioresource, transgressive phase of water content, Kulundinskoe Lake, extraction (catch)

# Роль солоноватоводной фауны и состояние биоресурса экосистемы гипергалинного озера Кулундинское в фазе трансгрессии (Алтайский край)

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-65-72

Доктор биологических наук, профессор  
**Л.В. Веснина** – Новосибирский государственный аграрный университет (ФГБОУ ВО «НГАУ»), г. Новосибирск; руководитель Артемиевого центра ФГБУ науки Института водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул;

**Ю.А. Веснин** – инженер Артемиевого центра ФГБУ науки Института водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул;

**Н.С. Романова** – младший научный сотрудник – Лаборатория водной экологии ФГБУ науки Института водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул;

Доктор биологических наук, профессор **И.В. Морузи** – заведующая кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры Новосибирского государственного аграрного университета (ФГБОУ ВО «НГАУ»), г. Новосибирск

@ artemia.vesnina@mail.ru

### THE ROLE OF BRACKISH-WATER FAUNA AND THE STATE OF THE BIORESOURCE OF THE ECOSYSTEM OF THE HYPERGALINE LAKE KULUNDINSKOYE IN THE PHASE OF TRANSGRESSION (ALTAI KRAI)

Doctor of Biological Sciences, Professor L.V. Vesnina – Novosibirsk State Agrarian University (NGAU), Novosibirsk; Head of the Artemiev Center of the Institute of Water and Environmental Problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Barnaul;

**Yu.A. Vesnin** – engineer Artemiev Center of the Institute of Water and Environmental Problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Barnaul;

**N.S. Romanova** – Junior Researcher –

Laboratory of Water Ecology of the FSBI of Science of the Institute of Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul;

Doctor of Biological Sciences, Professor I.V. Moruzi – Head of the Department of Biology, Bioresources and Aquaculture of Novosibirsk State Agrarian University (NGAU), Novosibirsk

The results of ecological monitoring of the hypergaline lake Kulundinskoye of the Altai Territory in the period 2021-2022 are presented. The research was carried out in the form of a comprehensive study of abiotic factors of the reservoir (climatic features of the lake, temperature regime, salinity of water), biological factors (species composition of brackish-water zooplankton, its abundance), production and structural indicators of the gill-legged crustacean *Artemia Leach, 1819*. Desalination of water during the transgressive period of water content caused successional speciation processes. There was a change of the gill-legged crustacean as a dominant and monovid to a complex of brackish-water fauna. The artemia population developed under the influence of unfavorable salinity of water with a fluctuation in the lake from 1.9 (April) to 99.0 mg/dm<sup>3</sup>.

The influence of the transgressive phase of water content on the biota and the extraction (catch) of a biological resource - artemia (at the stage of cysts), as well as the importance of the formation of their commercial accumulations of abiotic environmental factors, is shown. Studies have shown that the prevailing combination of factors during the transgression period – tense climatic conditions, low salinity of water (less than 100 mg/dm<sup>3</sup>), low number of artemia crustaceans, was the absence of commercial accumulations of biological resources.

## ВВЕДЕНИЕ

Гипергалинные озера находятся под постоянным давлением различных факторов окружающей среды, в том числе таких как изменение климата и антропогенные воздействия. Действие этих факторов приводит к вариациям уровня воды и солености, что влияет на функционирование экосистем озер. Изменчивость уровня воды, солености и, связанные с этим, перестройки в структуре трофической цепи экосистем гипергалинных озер являются характерными особенностями водных объектов. Отсутствие единообразного тренда в изменении солености в озерах для разных регионов мира приводятся различными исследователями [1; 2]. Смена фаз водности регрессивной на трансгрессивную приводит к увеличению биоразнообразия солоноватоводной фауны зоопланктона и потере доминирования жаброногого рака артемии в гипергалинном оз. Кулундинское Алтайского края, что сказывается на способности экосистемы предоставлять экосистемные услуги с отсутствием биоресурса (артемии (на стадии цист)), создавая проблемы для заинтересованного водопользователя. В связи с этим актуально понимать основные закономерности реакции экосистем озер на изменение солености.

Зоопланктон является одним из ключевых звеньев трофической цепи озерных экосистем. Его развитие в гипергалинных озерах зависит от биомассы и качественного состава нижнего трофического уровня (фитопланктона). С ростом солености, при достижении определенных пороговых значений, в структуре сообщества зоопланктона происходят резкие изменения, которые приводят к доминированию одного вида – жаброногого рака артемии, производящего цисты, используемые в качестве универсального живого корма.

В Российской Федерации запасы цист артемии сосредоточены в промысловых водоемах южной части Западной Сибири. Общая акватория – порядка 100 известных артемиевых озер в данном регионе – составляет 1700 км<sup>2</sup>, в них, согласно многолетней статистике, в среднем ежегодно добывается около 1100 т цист. Доля России в мировом вылове цист артемии составляет около 15-20%. О важности артемии для аквакультуры России свидетельствуют факты отнесения ее в 2009 г. приказом Росрыболовства № 191 к ценным видам биоресурсов, а в 2019 г. Постановлением Правительства РФ № 401 – стратегически важным ресурсам.

Целью работы стал анализ исследований по программе мониторинга для оценки развития солоноватоводной фауны и популяции артемии в гипергалинном оз. Кулундинское в трансгрессивный период водности, а также выявление закономерностей влияния факторов среды на численные их показатели и условия формирования биоресурса.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили пробы зоопланктона с оз. Кулундинское ((53°10'N-79°30'E). Отбор гидробиологических проб проводили

Представлены результаты экологического мониторинга гипергалинного оз. Кулундинское Алтайского края в период 2021-2022 годов. Исследование проводилось в форме комплексного изучения абиотических факторов водохранилища (климатические особенности озера, температурный режим, соленость воды), биологических факторов (видовой состав солоноватоводного зоопланктона, его численность), производственных и структурных показателей жаброногого ракообразного *Artemia* Leach, 1819 год. Опреснение воды в течение трансгрессивного периода водности вызвало сукцессионные процессы видообразования. Произошла смена жаброногого ракообразного как доминирующего и моновидного на комплекс солоноватоводной фауны. Популяция артемии развивалась под влиянием неблагоприятной солености воды с колебаниями в озере от 1,9 (апрель) до 99,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Показано влияние трансгрессивной фазы водности на биоту и добычу (вылов) биологического ресурса – артемии (на стадии цист), а также важность формирования их промысловых скоплений абиотических факторов окружающей среды. Исследования показали, что преобладающим сочетанием факторов в период трансгрессии – напряженных климатических условий, низкой солености воды (менее 100 мг/дм<sup>3</sup>), низкой численности ракообразных артемии – было отсутствие промышленных скоплений биологических ресурсов.

ежемесячно в период с апреля по октябрь 2021-2022 гг. по стандартным методикам с литоральных и глубоководных станций [3; 4]. Интегральную пробу зоопланктона отбирали с помощью малой модели планктонной сети Апштейна (размер ячей 64 мкм) от дна до поверхности. Пробу фиксировали 70%-ным этианолом. Оценку численности, измерение организмов и идентификацию до видов или родов проводили во всей пробе. В составе популяции артемии выделяли следующие группы: ортонауплии, метанауплии, ювенильные (1,0-5,0 мм), предвзрослые (5,1-10,0 мм), полновозрелые самки (отмечалось содержание овисака) и самцы. Различали также летние тонкоскорлуповые яйца и диапаузирующие (цисты).

На каждой станции измерялась прозрачность воды диском Секки; температура воды с помощью ртутного термометра в поверхностном слое (на глубине не менее 0,2 м); соленость воды с помощью оптического прибора – рефрактометра в поверхностном слое (на глубине не менее 0,2 м).

Для оценки условий обитания рака артемии использовались также гидрометеорологические данные по количеству осадков, температуре воздуха, направлению и скорости ветра. Статистическую обработку материала проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel и STATISTICA [5].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оз. Кулундинское расположено в Благовещенском районе Алтайского края. По физико-географическому районированию озеро относится

к озерам Кулундинской равнины. Площадь озера колеблется, в зависимости от степени регрессии уровня воды, с диапазоном от 720,0 до 728,0 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 2,6 м, максимальная глубина – 3,5 метра. Озерная котловина характеризуется как округлая, немного вытянутая, берега пологие, местами с солонцово-солончаковыми комплексами, приболоченные. В оз. Кулундинское впадают реки Кулунда и Суетка. В естественных условиях гипергалинных озер главными факторами, для развития популяции артемии, отмечаются температура рапы, общая минерализация воды и уровеньный режим водоема, лимитирующий объем «жилой» зоны раков артемии и их диапаузирующих яиц (цист).

В период исследования абиотические условия в озере были напряженными для нормального существования раков артемии. Согласно литературным данным, рака артемию следует считать теплолюбивым животным, у которого термофильность особо четко проявляется в процессе воспроизводства [6]. Половозрелые особи выдерживают широкий диапазон колебания температуры, т.е. обладают некоторым свойством эвритермности, но для воспроизводства необходим строго определенный температурный диапазон в пределах 20-30°C.

По нашим многолетним наблюдениям (2002-2018 гг.) выявлена корреляционная связь между температурой воды гипергалинных озер и численностью артемии предвзрослой стадии развития ( $r = 0,30$ ;  $P = 0,05$ ), численностью половозрелых самок ( $r = 0,30$ ;  $P = 0,05$ ), а также между температурой воды и плодовитостью самок ( $r = 0,38$ ;  $P = 0,05$ ) [7; 8].

По многолетним наблюдениям, сумма активных температур воздуха  $>10,0$  °C колебалась от 2483 (2000 г.) до 3110 (2003 г.) градусо-дней. Количество градусо-дней со среднесуточной температурой воздуха  $>10,0$  °C в вегетационный сезон 2020 г. (июнь-октябрь) составила 3336,0; в 2021 г.– 3045,5; в 2022 г.– 2831,0 [9].

Количество осадков в вегетационный период изменялось от 3,0 (май, сентябрь) до 52,5 мм (июль). Самым засушливым в летний период отмечались май и сентябрь.

**Температурный режим.** Температура поверхностного слоя воды в оз. Кулундинское в весенний период (в мае) была достаточно высокой со значениями 18,2°C. В летне-осенние месяцы температура воды в 2021-2022 гг. колебалась от 21,2 (июль) до 3,4°C (октябрь).

**Минерализация и химический состав воды.** Оз. Кулундинское по величине минерализации относится к гипергалинным или ультрагалинным водоемам [8]. Озеро является рапным. Вода в озере чистая, прозрачная с голубоватым оттенком. В течение периода исследований 2021-2022 гг. прозрачность воды составляла 0,4 (май)-1,0 м (июль).

По многолетним наблюдениям (2002-2022 гг.) выявлена корреляционная связь между минерализацией воды гипергалинных водоемов и численностью половозрелых самок ( $r=0,31$ ,  $P=0,05$ ),

а также – между минерализацией воды и важным продукционным показателем – плодовитостью самок ( $r=0,58$ ,  $P=0,05$ ) [10].

Минерализация воды оз. Кулундинское, по многолетним наблюдениям, находилась в пределах 75,3 (апрель)-115,4 г/кг (август) (2000-2018 гг.). По составу ионов вода озера хлоридно-сульфатной группы натрия. В рапе хлоридные ионы занимали доминирующее положение по отношению к сульфатным на 44,0%. Значение pH относится к слабощелочной области шкалы и колеблется от 7,8 до 8,8. Таким образом, в период исследования 2021-2022 гг. физико-химические условия в озере были напряженными для роста и размножения артемии [11; 12; 13]. По данным Sorgeloos et al. [14], к наиболее продуктивным по добыче (вылову) диапаузирующих яиц рака артемии относятся водоемы с соленостью от 70 до 230 мг/дм<sup>3</sup>. При солености менее 100 мг/дм<sup>3</sup> преобладает, в большинстве случаев, продукция раков, при солености более 140 мг/дм<sup>3</sup> – продукция диапаузирующих яиц. Из этого следует, что в оз. Кулундинское соленость рапы была в 2021-2022 гг. на границе депрессии для продукции цист, что ограничивало образование их массивных промысловых скоплений, но способствовало развитию биомассы жаброногого рака и солоноватоводной фауны зоопланктона.

**Уровенный режим.** Водный баланс оз. Кулундинское продолжал находиться в фазе высокого уровенного режима (трансгрессии) и не испытывал напряжений или снижений любых показателей приходной части (притоков рек Кулунды и Суетки), осадков, снеготаяния, грунтового питания, стока с местного водосбора.

**Биотические факторы** формирования сырьевой базы рака артемии определяются, прежде всего, видовым составом фитопланктона, его продуктивностью в условиях оз. Кулундинское и доступностью его фитомассы.

Численность и биомасса фитопланктона на протяжении вегетационного периода динамично изменялась по месяцам, что определяется сукцессией доминирующих видов. По многолетним наблюдениям выявлена корреляционная зависимость численности фитопланктона и минерализации воды в оз. Кулундинское, которая описывается отрицательным линейным уравнением то есть чем выше минерализация озерной воды, тем меньше по количественному значению число видов микроводорослей:  $y = -0,0208x + 2,0443$  ( $R^2 = 0,1096$ ;  $n = 77$ ;  $r = -0,326$ ;  $p = 0,01$ ). По многолетним наблюдениям (2000-2016 гг.) численность и биомасса фитопланктона коррелирует с численностью артемии ювенильной стадии развития ( $r=0,30$  и  $r=0,42$ , соответственно  $P=0,05$ ), а также биомасса фитопланктона коррелирует с численностью цист, находящихся в толще воды ( $r=0,85$ ,  $P=0,05$ ) [6; 7].

**Зоопланктон** оз. Кулундинское в исследуемые годы представлен 9 видами, из которых 6 коловраток (*Rotifera*), 1 гидробионт – из кладоцер (*Cladocera*) и 2 вида – из копепод (*Copepoda*). Все встреченные виды относятся либо к галобионтам

(*Artemia* sp; *Cletocamptus retrogressus* Schmankech, 1875; *Brachionus plicatilis* Müller, 1786), либо к видам с широкой экологической валентностью и встречаются как в пресных, так и в соленых водоемах: *Polyarthra dolichoptera* Idelson, 1925; *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850; *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851); *K. quadrata* (Müller, 1786); *Hexarthra oxyuris* (Zernov, 1903), *Moina macroscopa* (Straus, 1820). С увеличением солености воды число видов будет снижаться, повышаться роль артемии в сообществе и уменьшаться доля в общей численности солоноватоводных видов зоопланктона [15; 16; 18]. В оз. Кулундинское стабилизация солености рапы в пределах 100,0 мг/дм<sup>3</sup>, вероятно, является барьером для развития всех видов солоноватоводной фауны. Опреснение воды в период трансгрессионной фазы водности (2021-2022 гг.) вызвало сукцессионные процессы видообразования гидробионтов солоноватоводной фауны и утрату жаброногого рака артемии в качестве доминанта и моновида, как было отмечено в периоды с высокой соленостью в пределах 105,0-140,0 мг/дм<sup>3</sup> [19]. В связи с этим хозяйственная деятельность пользователем рыбоводного участка оз. Кулундинское ослабела и приостановилась, в силу отсутствия в составе зоопланктона доминирующего вида – галобионта артемии, следовательно, и отсутствие биосырья – артемии (на стадии цист) в виде промысловых скоплений.

В исследуемый период популяции жаброногого рака артемии, принадлежащих к роду *Artemia* (Leach, 1819), были представлены всеми разновозрастными группами (науплиями, метанауплиями, предвзрослыми, взрослыми особями) и цистами с преобладанием самок, что характерно для сибирских популяций артемии, относящихся к группе неопределенных видов – *Artemia parthenogenetica* [20; 21; 22; 23]. Самцы отмечались в пробах в единичных экземплярах. По литературным данным [23], плодовитость самок артемии – один из важнейших показателей популяции, характеризующий оптимальность условия обитания, как популяции в целом, так и каждой генерации, в сложившихся условиях конкретного периода вегетации. Вариабельность плодовитости, обусловленная непостоянством окружающей среды в оз. Кулундинское, значительна. Решающим фактором при определении наиболее достоверной плодовитости овулятивных самок артемии является определение их на живом материале. Сравнивая среднюю плодовитость живых особей и фиксированных из одного и того же озера в одну дату отбора материала, нами были найдены достоверные отличия ( $td=2,9$ ,  $P=0,99$ ). Ошибка определения колебалась в пределах 37,8-91,0%, составляя в среднем 32,0%. Таким образом, при фиксации формалином, минимум треть эмбрионов из яйцевого мешка попадает в окружающую среду и «теряется» при определении плодовитости [24]. Средняя плодовитость исследованных популяций артемии из водоемов Алтайского края, по многолетним данным, составила  $46,3 \pm 0,28$  экз./особь (2009-2022 гг.). Значительный коэффициент вариации (68,4%) не позволяет использовать

среднюю величину в качестве характеристики для всех популяций артемии, что подтверждает непостоянство данного показателя и необходимость определения, в период исследования, каждой генерации. Максимальные значения индивидуальной плодовитости и средний показатель для популяций Алтайского края выше, чем указанные ранее другими авторами для сибирских популяций [25]. Корреляция между соленостью воды и плодовитостью в оз. Кулундинское составляет  $r=0,362$  ( $P=0,01$ ). Качественное содержимое овискаков самок артемии зависит от температурного режима и количества градусо-дней [25; 26], а также солености воды [27; 28; 29].

Анализ количественного развития артемии в 2021-2022 гг. показал, что популяция рака находилась в угнетенном состоянии из-за большого количества пищевых конкурентов. Как было отмечено ранее, в составе зоопланктона зарегистрировано 9 видов. Все они относятся к одному трофическому звену – потребителям (консументам), а не к продуцентам. Одним из показателей абиотических факторов среды обитания зоопланктеров является показатель прозрачности воды по диску Секки, характеризующий состояние кормовой базы для консументов. Динамика значений в течение вегетационного сезона следующая: в июне диапазон колебаний составлял от 0,2 до 0,7 м; в июле – от 0,3 до 1,0; в августе – от 0,4 до 0,8; в сентябре – от 0,5 до 0,9 м. Так, с июня по сентябрь этот показатель увеличился почти в 3 раза. На этом фоне складывались достаточно напряженные пищевые, конкурентные взаимоотношения в трофической цепи сообщества. Учитывая то, что в конкуренции принимали участие не только взрослые особи артемии, но и их молодь и личиночные стадии, выживаемость последних в таких условиях составляла всего лишь 30% [30; 31].

Началом развития первой генерации артемии в оз. Кулундинское, по многолетним данным, в вегетационном сезоне [32; 33; 34], можно считать вторую декаду мая. По результатам гидробиологической съемки в водоеме присутствовали науплии артемии (82,5% от общей численности раков), особи ювенильной стадии развития с незначительной численностью (0,4%), а также артемия (на стадии цист), составляя 17,1%.

В июне 2022 г. из в популяции жаброногого рака артемии преобладали особи ювенильных стадий со средней численностью  $0,92 \pm 0,08$  тыс. экз./м<sup>3</sup> и предвзрослых стадий с численностью  $13,39 \pm 1,69$  тыс. экз./м<sup>3</sup>. Численность молоди – наупиальных стадий развития раков составила  $1,51 \pm 0,28$  тыс. экз./м<sup>3</sup>. Половозрелые самки составляли всего  $0,14 \pm 0,01$  тыс. экз./м<sup>3</sup>. Цисты в толще воды находились в дисперсном состоянии со средней численностью от  $23,06 \pm 1,83$  (июнь) до  $131,41 \pm 13,72$  тыс. экз./м<sup>3</sup> (сентябрь). Большинство самок содержали семенной материал в яичниках и яйцеводах, цисты составляли 48,0%. Плодовитость самок колебалась от 22 до 58 экз./особь.

Солоноватоводные гидробионты в июне представлены тремя основными группами: коловрат-

ками (*Rotifera*), ветвистоусыми (*Cladocera*), веслоногими (*Copepoda*) ракообразными, средняя численность которых составляла, соответственно,  $27,08 \pm 9,96$ ;  $4,86 \pm 1,49$  и  $26,38 \pm 5,46$  тыс. экз./ $m^3$ . В июне доля раков артемии в составе зоопланктона в процентном отношении от общей численности зоопланктона и артемии (на стадии цист) составила всего лишь 16,46%; в 2021 г. – 12,6%. Несколько более высокое место занимали цисты – 23,7%; в 2021 г., на долю которых приходилось 16,9%. Доминирующее положение определяено прочими видами из солоноватоводной фауны – 59,9% (2022 г.) и 67,5% (2021 г.).

В зоопланктоне июля по численным параметрам в структуре рака артемии преобладали ювенильные ( $15,71 \pm 3,56$ ) и науплиальные стадии его развития ( $12,04 \pm 2,59$  тыс. экз./ $m^3$ ). Численность предвзрослых особей составляла  $6,09 \pm 1,13$  тыс. экз./ $m^3$ . Самцы в этот период встречались единично. Численность половозрелых самок отмечалась очень низкой – до  $1,01 \pm 0,01$  тыс. экз./ $m^3$ . Плодовитость самок колебалась от 34 до 76 экз./особь. Цисты в толще воды находились в хаотичном, дисперсном состоянии, не образуя промысловых скоплений со средней численностью по озеру  $49,62 \pm 4,12$  тыс. экз./ $m^3$ . Из них 80% находились в состоянии гидратации. Биомасса раков артемии в июле колебалась от  $2,59 \pm 3,08$ , с минимумом развития половозрелых самок рака до  $10,38 \pm 1,11$  г/ $m^3$ , с максимумом развития предвзрослых особей.

Состав зоопланктона солоноватоводной фауны в июле, также как и в предыдущем месяце, занимал

доминирующее положение по численным характеристикам, и состоял из коловраток (*Rotifera*) –  $31,81 \pm 1,54$ ; из ветвистоусых (*Cladocera*) –  $26,47 \pm 5,49$ ; из веслоногих (*Copepoda*) ракообразных –  $5,54 \pm 2,36$  тыс. экз./ $m^3$ . Таким образом, на долю раков артемии в биоте озера в июле приходилось 23,5%; в 2021 г. – 15,1%; цист артемии – 33,4%; в 2021 г. – 25,8%; прочих представителей солоноватоводной фауны – 43,1%; в 2021 г. – 59,1%. Так, в июле 2021-2022 гг. отмечалось преобладание численности гидробионтов солоноватоводной фауны.

В зоопланктоне августа в популяции рака артемии по численным параметрам преобладали ювенильные стадии развития ( $4,63 \pm 0,81$ ) и предвзрослые особи ( $2,44 \pm 0,38$  тыс. экз./ $m^3$ ). Численность половозрелых раков составляла  $0,11 \pm 0,01$  тыс. экз./ $m^3$ , которые частично содержали в яичниках и яйцеводах семенной материал (14% самок), у 6% самок рака артемии в овисаках отмечены науплии и у 80% – цисты. Таким образом, в августе наблюдалось живорождение, помимо образования в овисаках самок рака артемии цист. Плодовитость колебалась от 32 до 82 штук с количеством кладок – 4. Численность цист в планктоне увеличилась по сравнению с предыдущим месяцем до  $70,21 \pm 6,79$  тыс. экз./ $m^3$ .

Зоопланктон солоноватоводной фауны в августе, также, как и в предыдущих месяцах, занимал первостепенное значение по численности, в составе из коловраток (*Rotifera*)  $1162,16 \pm 1015,08$ ; ветвистоусых (*Cladocera*) –  $2,26 \pm 0,31$ ; веслоногих (*Copepoda*) ракообразных –  $9,34 \pm 1,42$  тыс.



экз./ $m^3$ . На долю раков артемии в биоте озера в августе приходилось 0,6%; в 2021 г. – 0,4%; цист артемии – 5,6%; в 2021 г. – 3,1%, прочих представителей солоноватоводной фауны – 93,8%; в 2021 г. – 96,5%.

В зоопланктоне сентября в популяции рака артемии по численным параметрам первостепенно выделялись предвзрослые особи ( $3,83 \pm 0,52$ ) и взрослые ( $0,42 \pm 0,07$  тыс. экз./ $m^3$ ). Численность науплий и ювенильных раков отмечалась довольно низкая, составляя  $0,28 \pm 0,01$  и  $0,16 \pm 0,01$  тыс. экз./ $m^3$ . Половозрелые самки содержали в оvis-ках гидратированные цисты (94,0%) и тонкоскорлуповые яйца (6,0%). Плодовитость самок артемии колебалась от 32 до 82 штук с количеством кладок в сентябре – 4.

Численность цист в планктоне увеличилась, по сравнению с предыдущим месяцем, с  $70,21 \pm 6,79$  до  $131,41 \pm 13,72$  тыс. экз./ $m^3$ .

Зоопланктон солоноватоводной фауны сентября также как и в предыдущих месяцах занимал основное положение по численности и состоял из коловраток (*Rotifera*) –  $114,90 \pm 11,26$ ; ветвистоусых (*Cladocera*) –  $0,08 \pm 0,05$ ; веслоногих (*Copepoda*) ракообразных –  $6,70 \pm 1,44$  тыс. экз./ $m^3$ . Таким образом, на долю раков артемии в биоте озера в сентябре 2022 г. приходилось 1,7%; в 2021 г. – 0,3%; цист артемии – в 2022 г. – 51,0%; в 2021 г. – 35,7%; прочих представителей солоноватоводной фауны в 2022 г. – 47,3%; в 2021 г. – 64,1%.

В зоопланктоне октября в популяции рака артемии по численным параметрам зарегистрированы половозрелые особи ( $0,07 \pm 0,04$ ) и предвзрослые ( $0,01 \pm 0,002$  тыс. экз./ $m^3$ ). Молодь в планктоне не отмечена. Раки артемии находились в элиминированном состоянии. Численность цист в планктоне уменьшилась, по сравнению с предыдущим месяцем, с  $131,41 \pm 13,72$  до  $79,62 \pm 21,48$  тыс. экз./ $m^3$ .

Зоопланктон солоноватоводной фауны в октябре по-прежнему занимал ведущее положение по численности. На долю коловраток (*Rotifera*) приходилось  $433,65 \pm 40,01$ ; веслоногих ракообразных (*Copepoda*) –  $56,89 \pm 40,67$  тыс. экз./ $m^3$ ; ветвистоусые (*Cladocera*) отсутствовали. Процент доли раков артемии в биоте озера в октябре 2022 г. составлял 0,02; в 2021 г. – 0,01%. Цисты артемии в 2022 г. образовывали 14,0%; в 2021 г. – 7,7%; прочие представители солоноватоводной фауны в 2022 г. – 86,0%; в 2021 г. – 92,3%. Следовательно, за весь период исследования 2021-2022 гг., лидирующее положение по численности принадлежало представителям солоноватоводной фауны. Пик их развития приходится на летний (август) и осенний (октябрь) месяцы, составляя соответственно  $1162,16 \pm 1015,08$  (или 96,5%) и  $433,65 \pm 40,01$  тыс. экз./ $m^3$  (или 92,3%). Ракок артемии и все его стадии развития определено имели второстепенное значение с максимальной численностью в июле, составляя  $34,85 \pm 1,41$  тыс. экз./ $m^3$  (или 15,1%) и снижаясь до минимума в октябре до  $0,090 \pm 0,02$  тыс. экз./ $m^3$  (или 0,01%). В целом численность раков артемии

с июня по октябрь составляла  $63,00 \pm 0,51$  тыс. экз./ $m^3$ , что свидетельствует о низком значении на уровне многолетних показателей –  $228,12 \pm 41,18$  тыс. экз./ $m^3$ . Плодовитость артемии изменялась с тремя кладками от 22 (июнь) до 76 экз./особа (июль); с четырьмя кладками от 16 до 94 экз./ особа (октябрь). Динамика артемии (на стадии цист) составляла по численности в диапазоне от  $23,06 \pm 1,83$  (или 16,9%) в июне до  $131,41 \pm 13,72$  тыс. экз./ $m^3$  (или 35,7%) в сентябре. Многолетний мониторинг гипергалинных водоемов Западной Сибири [6; 35] показал, что наиболее продуктивны водоемы с соленостью от 70,0 до 230,0 мг/дм $^3$ . При солености воды в озере менее 100,0 мг/дм $^3$  преобладает продукция раков, при солености более 140,0 мг/дм $^3$  преобладает продукция цист. Из этого следует, что в оз. Кулундинское соленость рапы, с динамикой от 1,9 (апрель) до 99,0 мг/дм $^3$  (октябрь) была оптимальной только для продукции раков артемии и прочих видов солоноватоводной фауны.

В целом, оз. Кулундинское относится к высокой экономической значимости по составу биосырья – артемии (на стадии цист). Среднемноголетний объем добычи (вылова) биосырья за период 2000-2016 гг. в среднем составил  $350 \pm 56,4$  т, за исключением периодов лет с отсутствием ведения добычи (вылова). Вследствие сложившихся гидрологических условий, в 2017-2020 гг. наблюдалось повышение уровня воды в озере по сравнению с предыдущими годами, что привело к опреснению воды, выходящему за пределы оптимума для развития популяции рака артемии. Добыча (вылов) артемии (на стадии цист) с этого периода не велась, в связи с опреснением воды в оз. Кулундинское.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Зоопланктон оз. Кулундинское представлен 9 видами, из которых 6 коловраток (*Rotifera*), 1 гидробионт из кладоцер (*Cladocera*) и 2 вида из копепод (*Copepoda*). Все встреченные виды относятся либо к галобионтам (*Artemia sp.*, *Cletocamptus retrogressus*, *Brachionus plicatilis* (O.F.Muller), либо к видам с широкой экологической валентностью и встречаются как в пресных, так и в соленых водоемах, в том числе и в оз. Кулундинское *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850); *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *K. quadrata* (O.F.Muller, 1786), *Hexarthra oxyuris* (Zernov, 1903), *Polyarthra dolichoptera* (Idelson, 1925); *Moina macrocopa* (Straus, 1820).

2. В оз. Кулундинское в вегетационный период 2021-2022 гг. соленость рапы была в пределах 1,9-99,0 г/л. Опреснение воды в период трансгрессивной фазы водности за последние четыре года (2017-2022 гг.) вызвало сукцессионные процессы видообразования. Произошла смена доминанта и моновида жаброногого рака артемии на комплекс солоноватоводной фауны.

3. Численность раков артемии с июня по октябрь 2021 г. составляла  $39,53 \pm 9,86$  тыс. экз./ $m^3$ , что свидетельствует о низком значении по сравнению с данными многолетних показателей –  $228,12 \pm 41,18$  тыс. экз./ $m^3$ . Плодовитость

артемии изменялась с тремя кладками от 18 (июнь) до 68 экз./особы (июль); с четырьмя кладками – от 12 до 92 (сентябрь). Численность раков артемии с июня по октябрь 2022 г. составила  $63,00 \pm 0,51$  тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса –  $55,77 \pm 0,53$  г/м<sup>3</sup>. Из этого следует, что в озере Кулундинское за период исследования произошли изменения гидрофизического и гидрохимического режимов, что отразилось на динамике численности солоноватоводной фауны и разновозрастной структуре популяции рака артемии.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Вклад в работу авторов: Л.В. Веснина – идея работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи, подготовка обзора литературы, окончательная проверка статьи; Ю.А. Веснин – сбор и анализ данных, подготовка статьи, оформление текста; Н.С. Романова – подготовка обзора литературы, оформление текста; И.В. Морузи – окончательная проверка статьи.*

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: L.V. Vesnina – the idea of the work, data collection and analysis, preparation of the article, preparation of the literature review, final verification of the article; Yu.A. Vesnin – data collection and analysis, preparation of the article, text design; N.S. Romanova – preparation of the literature review, text design; I.V. Moruzi – final verification of the article.*

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/

### REFERENCES AND SOURCES

1. Gozlan, R. E. Status, trends, and future dynamics of freshwater ecosystems in Europe and Central Asia / R. E. Gozlan, B. K. Karimov, E. Zadereev, D. Kuznetsova, S. Brucet // Inland Waters. – 2019. – № 9 (1). – Pp. 78 - 94. DOI: org/10.1080/20442041.2018.1510271.
2. Zadereev, E. Overview of past, current and future ecosystem and biodiversity trends of inland saline lakes of Europe and Central Asia / E. Zadereev, O. Lipka, B. Karimov, M. Krylenko, V. Elias, I. S. Pinto, V. Alizade, Y. Anker, A. Feest, D. Kuznetsova, A. Mader, R. Salimov, M. Fischer // Inland Waters. – 2020. – № 10 (4). – Pp. 438 – 452. DOI: org/10.1080/20442041.2020.1772034.
3. Киселев, И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Вводные и общие вопросы планктологии. – М.: Наука, 1969. – Т. 1. – 440 с.
3. Kiselev, I.A. Plankton of seas and continental reservoirs. Introductory and general questions of planktology. – M.: Nauka, 1969. – Vol. 1. – 440 p.
4. Литвиненко, Л.И. Методические рекомендации по оценке и прогнозированию рекомендованного объема добычи (вылова) артемии / Л.И. Литвиненко, В.А. Бизиков, Н.П. Ковачева, Е.М. Саенко, Л.В. и другие. – М.: ВНИРО, 2019. – 49 с.
4. Litvinenko, L.I. Methodological recommendations for assessing and predicting the recommended volume of production (catch) of artemia / L.I. Litvinenko, V.A. Bizikov, N.P. Kovacheva, E.M. Saenko, L.V. et al. – VNIRO, 2019. – 49 p.
5. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 270 с.
5. Pesenko, Yu.A. Principles and methods of quantitative analysis in faunal studies. – M.: Science. – 1982. – 270 p.
6. Веснина, Л.В. Продуктивность цист рака *Artemia* Leach, 1819 в гипергалинных озерах Алтайского края: монография / Л.В. Веснина, Р.А. Клепиков, Е.В. Пищенко и другие. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой Колос», 2021. – 147 с.
6. Vesnina, L.V. Productivity of crustacean cysts *Artemia* Leach, 1819 in hyperhaline lakes of the Altai Territory: monograph / L.V. Vesnina, R.A. Klepikov, E.V. Pishchenko et al. - Novosibirsk: IC NGAU "Golden Ear", 2021. – 147 p.
7. Веснина, Л.В. Фитопланктон соленых озер степной зоны / Л.В. Веснина, Е.Ю. Митрофанова // Пойменные и дельтовые биоценозы Голарктики: биологическое многообразие, экология и эволюция. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», Астрахань, 13-18 мая 2019 г. – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2019. – С. 42-47.
7. Vesnina, L.V. Phytoplankton of salt lakes of the steppe zone / L.V. Vesnina, E.Yu. Mitrofanova // Floodplain and delta biocenoses of the Holarctic: biological diversity, ecology and evolution. Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference. Astrakhan State University, Astrakhan, May 13-18, 2019 – Astrakhan: Publisher: Roman V. Sorokin, 2019. – Pp. 42-47.
8. Веснина, Л.В. Условия формирования популяции артемии и их продукционные показатели в разнотипных гипергалинных озерах Алтайского края // Инновации и продовольственная безопасность. – 2020. – № 4 (30). – С. 87-100. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-30-4-87-100.
8. Vesnina, L.V. Conditions for the formation of the artemia population and their production indicators in different types of hyperhaline lakes of the Altai Territory // Innovation and food security. – 2020. – No 4 (30). – Pp. 87-100. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-30-4-87-100.
9. Vesnina, L.V. Seasonal and Interannual Dynamics of Zooplankton from Lake Kulundinskoye in 2017-2020 / L.V. Vesnina, D.M. Bezmaternykh, I.V. Moruzi, E.V. Pishchenko // XV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2022”/ Lecture Notes in Networks and Systems. – 2023 – V. 575. – Pp. 189-198. DOI: org/10.1007/978-3-031-21219-2\_19.
10. Vesnina, L.V. Seasonal and interannual dynamics of Artemia crustacean population from hypersaline Lake Kuchukskoye (Western Siberia) / L.V. Vesnina, D.M. Bezmaternykh, Y. Vesnin, I.V. Moruzi et al. // E3S Web of Conferences. – 2022. – 363 (7). DOI: org/10.1051/e3sconf/202236303049.
11. Веснина, Л.В. Современное состояние зоопланктона оз. Кулундинское Алтайского края в период фазы трансгрессии / Л.В. Веснина, Ю.А. Веснин // Инновации и продовольственная безопасность. – 2022. – № 3 (37). – С. 20-35. DOI: org/10.31677/2311-0651-2022-37-3-20-35.
11. Vesnina, L.V. The current state of zooplankton of Lake Kulundinskoye of the Altai Territory during the transgression phase / L.V. Vesnina, Yu.A. Vesnin // Innovations and food security. – 2022. – No 3 (37). – Pp. 20-35. DOI: org/10.31677/2311-0651-2022-37-3-20-35.
12. Веснина, Л.В. Состояние популяции галофильного рака артемии как основа формирования сырьевой базы гипергалинных озер Алтая // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2020. – № 4. – С. 88-96.
12. Vesnina, L.V. The state of the halophilic artemia crustacean population as the basis for the formation of the raw material base of the hyperhaline lakes of Altai // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. – 2020. – No. 4. – Pp. 88-96.
13. Лукерина, Г.В. Гидробиологические исследования малых гипергалинных озер Алтайского края в период изменения их гидрологического режима / Г.В. Лукерина, Я.С. Пяткова, Ю.Н. Косачева // Сборник тезисов докладов участников пуль научно-практических конференций. Керчь, 2021. – С. 395-397.
13. Lukerina, G.V. Hydrobiological studies of small hyperhaline lakes of the Altai Territory during the change of their hydrological regime / G.V. Lukerina, Ya.S. Pyatkova, Yu.N. Kosacheva // Collection of abstracts of reports of participants of the pool of scientific and practical conferences. Kerch, 2021. – Pp. 395-397.
14. Sorgeloos, P. Potential of the mass production of brine shrimp *Artemia* // Journal Society Underwater Technology. – 1983. – № 9 (1). – Pp. 27-30.
14. Shadrin, N. Suppression of *Artemia* spp. (Crustacea, Anostraca) populations by predators in the Crimean hypersaline lakes: A

review of the evidence / N. Shadrin, V. Yakovenko, E. Anufrieva. // International Review of Hydrobiology. – 2019. – No 104 (1-2). – Pp. 5-13. DOI: 10.1002/iroh.201801966.

16. Афонина, Е.Ю. Влияние факторов среды на структуру планктонных сообществ минеральных озер в разные фазы водности / Е.Ю. Афонина, Н.А. Ташлыкова // Вестник Московского университета, Сер. 16. Биология. – 2019. – № 74 (1). – С. 3-9. DOI: 10.3103/S0096392519010012.

16. Afonina, E.Yu. The influence of environmental factors on the structure of plankton communities of mineral lakes in different phases of water content / E.Yu. Afonina, N.A. Tashlykova // Bulletin of the Moscow University, Ser. 16. Biology. – 2019. – No 74 (1). – Pp. 3-9. DOI: 10.3103/S0096392519010012.

17. Кирова, Н.А. К вопросу о гидрохимии и биологии оз. Дус-Холь (Тува) / Н.А. Кирова, О.И. Кальная, О.Д. Аюнова // Bulletin AB RGS [Izvestiya AO RGO]. – 2018. – № 4 (51). – С. 82-88. DOI:10.24411/2410-1192-2018-10007.

17. Kirova, N.A. On the issue of hydrochemistry and biology of Lake Duskholt (Tuva) / N.A. Kirova, O.I. Kalnaya, O.D. Ayunova // Bulletin AB RGS [Izvestiya AO RGO]. – 2018. – No 4 (51). – Pp. 82-88. DOI:10.24411/2410-1192-2018-10007.

18. Афонина, Е.Ю. Планктон минеральных озер Юго-Восточного Забайкалья: трансформация и факторы среды / Е.Ю. Афонина, Н.А. Ташлыкова // Сибирский экологический журнал. – 2019. – № 2. – С. 192-209. DOI: 10.15372/SEJ20190204.

18. Afonina, E.Yu. Plankton of mineral lakes of Southeastern Transbaikalia: transformation and environmental factors / E.Yu. Afonina, N.A.Tashlykova // Siberian Ecological Journal. – 2019. – No. 2. – Pp. 192-209. DOI: 10.15372/SEJ20190204.

19. Веснина, Л.В. Влияние факторов среды на динамику численности и биомассы *Artemia sp.* в озере Кулундинском // Сибирский экологический журнал. – 2002. – № 6. – С. 637-646.

19. Vesnina, L.V. Influence of environmental factors on the dynamics of abundance and biomass of *Artemia sp.* in Kulundinsky Lake // Siberian Ecological Journal. – 2002. – No. 6. – Pp. 637-646.

20. Gutierrez, M. F. Salinity shapes zooplankton communities and functional diversity and has complex effects on size structure in lakes / M. F. Gutierrez, Ü. N. Tavşanoğlu, N. Vidal, J. Yu. F. Teixeira-de Mello, A. I. Çakiroglu, H. He, Z. Liu, E. Jeppesen // Hydrobiologia. – 2018. – No 813 (1). – Pp. 237-255. DOI: 10.1007/s10750-018-3529-8.

21. Веснина, Л.В. Результаты многолетнего экологического мониторинга гипергалинного оз. Большое Яровое, г. Славгород Алтайского края / Л.В. Веснина, Г.В. Лукерина, Т.О. Ронжина // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 4. – С. 19-27.

21. Vesnina, L.V. Results of long-term ecological monitoring of the hypergaline lake Bolshoe Yaroye, Slavgorod, Altai Krai / L.V. Vesnina, G.V. Lukerina, T.O. Ronzhina // Fisheries. – 2019. – No. 4. – Pp. 19-27.

22. Веснина, Л.В. Экосистема оз. Кулундинское в период опреснения // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2019. – № 1 (50). – С. 68-77. DOI:rg/10.31677/2072-6724-2019-50-1-68-77.

22. Vesnina L.V. Ecosystem of Lake Kulundinskoe during desalination // Bulletin of NGAU (Novosibirsk State Agrarian University). – 2019. – No 1 (50). – Pp. 68-77. DOI:org/10.31677/2072-6724-2019-50-1-68-77.

23. Веснина, Л.В. Численные и продукционные изменения популяции ракча *artemia leach*, 1819 в гипергалинном озере Кучукское Алтайского края в условиях трансгрессивной фазы водности / Л.В., Веснина, Г.В. Лукерина, Т.О. Ронжина // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2019. – № 49. – С. 36-42. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-49-36-42.

23. Vesnina, L.V. Numerical and productive changes in the population of the *artemia leach* crustacean, 1819 in the hypergaline lake Kuchuk of the Altai Territory under the conditions of the transgressive phase of water content / L.V., Vesnina, G.V. Lukerina, T.O. Ronzhina // Bulletin of the Kamchatka State Technical University. – 2019. – No. 49. – Pp. 36-42. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-49-36-42.

24. Веснина, Л.В. Особенности генеративной активности популяций артемии в гипергалинных озерах Алтайского края / Л.В. Веснина, Г.В. Лукерина // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2020. – № 6. – С. 32-39. DOI: 10.33920/sel-09-2006-04.

24. Vesnina, L.V. Features of generative activity of artemia populations in hypergaline lakes of the Altai Territory / L.V.Vesnina, G.V. Lukerina // Fish farming and fisheries. – 2020. – No. 6. – Pp. 32-39. DOI: 10.33920/sel-09-2006-04.

25. Литвиненко, Л.И. Влияние промысла цист артемии на лечебные грязи гипергалинных озер / Л.И. Литвиненко, А.И. Литвиненко, Е.Г. Бойко, К.В. Кузанов // XII Съезд Гидробиологического общества при РАН: тезисы докладов, 2019. – Петрозаводск, КарНЦ РАН. – 2019. – С. 306-307.

25. Litvinenko, L.I. The influence of artemia cysts fishing on therapeutic mud of hypergaline lakes / L.I. Litvinenko, A.I. Litvinenko, E.G. Boyko, K.V. Kutsanov // XII Congress of the Hydrobiological Society at the Russian Academy of Sciences: abstracts, 2019. – Petrozavodsk, KarSC RAS. – 2019. – Pp. 306-307.

26. Веснина, Л.В. Особенности биоты оз. Кучукское Алтайского края и факторы формирования запасов артемии (на стадии цист) // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 4. – С. 71–79.

26. Vesnina, L.V. Features of the biota of Lake Kuchuk of the Altai Territory and factors of the formation of artemia stocks (at the stage of cysts) // Fisheries. – 2018. – No. 4. – Pp. 71-79.

27. Ковачева, Н.П. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры артемии в России / Н.П. Ковачева, Л.И. Литвиненко, Е.М. Саенко, А.В. Жигин, Н.В. Кряхова, А.М. Семик. // Труды ВНИРО. – 2019. – № 178. – С. 150-171. DOI: 10.36038/2307-3497-2019-178-150-171.

27. Kovacheva, N.P. The current state and prospects of the development of artemia aquaculture in Russia / N.P. Kovaleva, L.I. Litvinenko, E.M. Saenko, A.V. Zhigin, N.V. Kryakhova, A.M. Semik. // Proceedings of VNIRO. – 2019. – No. 178. – Pp. 150-171. DOI: 10.36038/2307-3497-2019-178-150-171.

28. Golubkov, S. M. Food chains and their dynamics in ecosystems of shallow lakes with different water salinities / S. M. Golubkov, N. V. Shadrin, M. S. Golubkov, E.V. Balushkina, L. F. Litvinchuk // Russian Journal of Ecology. – 2018. – No 49 (5). – Pp. 442-448. DOI: 10.1134/S1067413618050053.

29. Shadrin, N.V. Structure and trophic relations in hypersaline environments / N. V. Shadrin, E.V. Anufrieva // Biology Bulletin Reviews. – 2020. – No 10. – Pp. 48-56. DOI: 10.1134/S2079086420010065.

30. Afonina, E.Y. Plankton of Saline Lakes: Transformation and Environmental Factors / E.Y Afonina, N.A. Tashlykova // Contemporary Problems of Ecology. – 2019. – No 12. – Pp. 155-170. DOI:10.1134/C1995425519020021.

31. Afonina, E. Yu. Fluctuations in plankton community structure of endorheic soda lakes of southeastern Transbaikalia (Russia) / E. Yu. Afonina, N. A. Tashlykova // Hydrobiologia. – 2020. – No 847 (6). – Pp. 1383-1398. DOI: 10.1007/s10750-020-04207-z.

32. Веснина, Л.В. Пространственное распределение разновозрастных стадий жаброногого ракча артемия и агрегированность цист в гипергалинных озерах юга Западной Сибири // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2020. – № 3 (170). – С. 23-31.

32. Vesnina, L.V. Spatial distribution of different age stages of the artemia gill-legged crustacean and aggregation of cysts in hypergaline lakes of the south of Western Siberia // Fish farming and fisheries. – 2020. – No 3 (170). – Pp. 23-31.

33. Веснина, Л.В. Результаты многолетнего экологического мониторинга гипергалинного оз. Большое Яровое, г. Славгород Алтайского края / Л.В. Веснина, Г.В. Лукерина, Т.О. Ронжина // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 4. – С. 19-27.

33. Vesnina, L.V. Results of long-term ecological monitoring of the hypergaline lake Bolshoe Yaroye, Slavgorod, Altai Krai / L.V. Vesnina, G.V. Lukerina, T.O. Ronzhina // Fisheries. – 2019. – No. 4. – Pp. 19-27.

34. Vesnina, L.V. Main natural factors determining seasonal and long-term dynamics of zooplankton from Lake Kulundinskoye (Altai Krai) / L.V. Vesnina, D.M. Bezmaternykh // Ukrainian Journal of Ecology. – 2021. – No 11 (7). – Pp. 169-173. DOI:org/10.15421/2021\_254.

35. Веснина, Л.В. Биоресурсный потенциал цист артемии озер Алтайского края и факторы его формирования // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2019. – № 3 (158). – С. 18-30.

35. Vesnina, L.V. Bioresource potential of artemia cysts of the Altai Territory lakes and factors of its formation // Fish farming and fisheries. – 2019. – No 3 (158). – Pp. 18-30.

### Ключевые слова:

озеро Байкал, омуль (*Coregonus migratorius*), гидроакустическая съемка, поверхностная плотность, биомасса, численность, эхолот, контрольные обловы

### Keywords:

Lake Baikal, omul (*Coregonus migratorius*), hydroacoustic survey, surface density, biomass, number, echosounder, control catches

# Гидроакустическая оценка запасов байкальского омуля (*Coregonus migratorius*) по результатам двухлетних исследований в весенне-летний период 2021 и 2022 годов

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-73-79

Кандидат технических наук  
**С.М. Гончаров** – начальник  
отдела промысловой  
гидроакустики;

**С.Б. Попов** – главный  
специалист отдела  
промышленной гидроакустики –  
Всероссийский научно-  
исследовательский  
институт рыбного  
хозяйства и океанографии  
(ФГБНУ «ВНИРО»)

Кандидат биологических  
наук **В.А. Петерфельд** –  
руководитель филиала;

Кандидат биологических  
наук **А.В. Базов** – старший  
научный сотрудник –  
Байкальский филиал  
ФГБНУ «ВНИРО»

**Н.Г. Ключарева** – ведущий  
специалист отдела  
промышленной гидроакустики –  
Всероссийский научно-  
исследовательский  
институт рыбного  
хозяйства и океанографии  
(ФГБНУ «ВНИРО»)

@ sgonch@vniro.ru;  
spopov@vniro.ru;  
wrw2@yandex.ru;  
abazoff@yandex.ru;  
nklyuch@vniro.ru

## HYDROACOUSTIC ASSESSMENT OF BAIKAL OMUL (*COREGONUS MIGRATORIUS*) RESERVES BASED ON THE RESULTS OF TWO-YEAR STUDIES IN THE SPRING-SUMMER PERIOD OF 2021 AND 2022

Candidate of Technical Sciences **S.M. Goncharov** –  
Head of the Department of Field Hydroacoustics;  
**S.B. Popov** – Chief Specialist of the Department of Field Hydroacoustics –  
*All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)*  
Candidate of Biological Sciences **V.A. Peterfeld** – Head of the branch;  
Candidate of Biological Sciences **A.V. Bazov** – Senior Researcher –  
*Baikal branch of FGBNU "VNIRO"*  
**N.G. Klyuchareva** – Leading specialist of the Department of commercial hydroacoustics –  
*All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)*

Taking into account the depressive condition of the Baikal omul resource, the decree of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 450 dated August 29, 2017 strict restrictions were established on the catch of Baikal omul in order to restore its reserves. Since 2021, a hydroacoustic method based on hydroacoustic surveys has been used to estimate its recovery. In 2021, on the fishing areas of Lake Baikal (Selenga shallow water and Northern Baikal) there were conducted surveys. In 2022, in addition to these areas, the researches were conducted in the Barguzin Bay and the Small Sea. Significant increase in the number of small omul was observed in the Selenginsky shallow water area in 2022. The results of a comparative analysis on Northern Baikal within the water area of 2021 showed that, taking into account confidence intervals, the number of omul and its biomass practically did not change. The averages omul biomass and number per unit area in the Small Sea were significantly lower than in the waters of the Selenginsky shallow water and the Northern Baikal. The lowest average densities were recorded in the Barguzin Bay.

Байкальский омуль (*Coregonus migratorius*) – самый многочисленный вид среди промысловых видов рыб в озере Байкал. Он занимает одну из ключевых ниш в экосистеме озе-

ра. Учитывая депрессивное состояние запасов байкальского омуля, приказом Минсельхоза РФ от 29 августа 2017 г. № 450 были установлены жёсткие ограничения на вылов, с целью

восстановления его запасов. Для оценки степени восстановления, начиная с 2021 г., был использован инструментальный метод, основанный на проведении гидроакустических съемок. Данный метод нашел широкое применение в мире для определения рыбных запасов и их распределений, как на внутренних водоёмах, так и на морских акваториях [1]. Он относится к дистанционным и бесконтактным методам. Его преимуществом является то, что, по сравнению с траловыми съемками, исследуется вся толща воды, и измерения проводятся непрерывно вдоль следования судна, а не от станции к станции. Ранее гидроакустические съемки выполнялись на озере Байкал для учета его рыбных ресурсов [2], но на протяжении последних 15 лет такого изучения не проводилось.

Целью проведенных исследований была оценка численности, биомассы и пространственного распределения омуля на акваториях рыбопромысловых районов и их изменений за последние два года, после введения ограничений на лов омуля в озере Байкал.

Учитывая особенности сезонного распределения байкальского омуля, оптимальным временем проведения гидроакустических съемок является конец мая-начало июня, до развития гомотермии байкальских вод, характеризующегося распределением основной массой омуля всех популяций в диапазоне 50-350 метров [2]. Гидроакустические съемки в 2021 г. были выполнены на наиболее значимых рыбопромысловых акваториях озера: Селенгинском мелководье и Северном Байкале. В 2022 г. район работ на Северном Байкале был расширен, а также проведены исследования в Малом море и Баргузинском заливе.

Гидроакустические съемки были выполнены с использованием научного эхолота EY500 (Simrad) с частотой заполнения ультразвукового импульса посылки 70 кГц и антенной ES 70-11 (ширина диаграммы направленности 11°) с расщепленным лучом. Скорость движения судна, при проведении гидроакустических съемок, со-

Учитывая депрессивное состояние запасов байкальского омуля, приказом Минсельхоза РФ от 29 августа 2017 г. № 450 были установлены жёсткие ограничения на вылов с целью восстановления его запасов. Для оценки степени восстановления, начиная с 2021 г., был использован гидроакустический метод, основанный на проведении гидроакустических съемок. В 2021 г. съемки были проведены на рыбопромысловых акваториях озера Байкал: Селенгинском мелководье и Северном Байкале. В 2022 г., помимо этих районов, были проведены исследования в Баргузинском заливе и Малом море. В 2022 г. на акватории Селенгинского мелководья наблюдался существенный рост численности мелкого омуля. Результаты сравнительного анализа на Северном Байкале в пределах акватории 2021 г. показали, что, с учетом доверительных интервалов, численность омуля и его биомасса практически не изменились. Среднее значение биомассы и численности омуля на единицу площади в Малом море были существенно ниже, чем на акваториях Селенгинского мелководья и Северного Байкала. Наименьшие средние плотности были зарегистрированы в Баргузинском заливе.

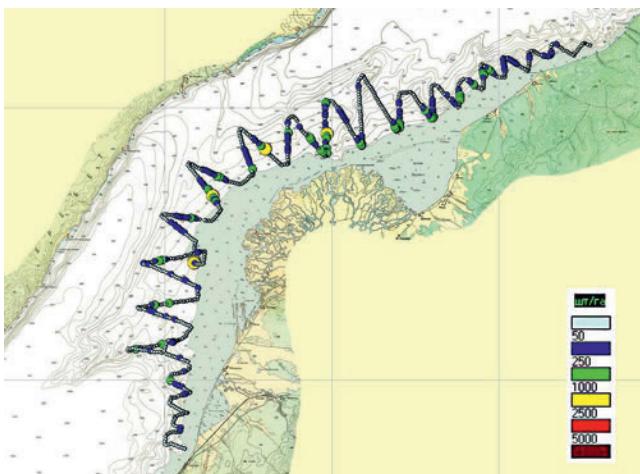
ставляла 9-10 км/час. При проведении работ использовались различные плавсредства. В 2021 и 2022 годах на акватории Селенгинского мелководья работы были проведены на НИС «Г.Ю. Вещагин», на других акваториях использовались моторные катера [3; 4].

Для расчёта значений поверхностных плотностей вдоль галсов съемки использовался метод эхонтегрирования. В основе данного метода лежит интегрирование эхосигналов в вертикальном направлении внутри заданного слоя и последующее усреднение в горизонтальном направлении вдоль маршрута следования судна. Сила цели (TS, дБ) омуля вычислялась по уравнению [5]:

$$TS = 20 * \log(L) - 64,24 \quad (1)$$

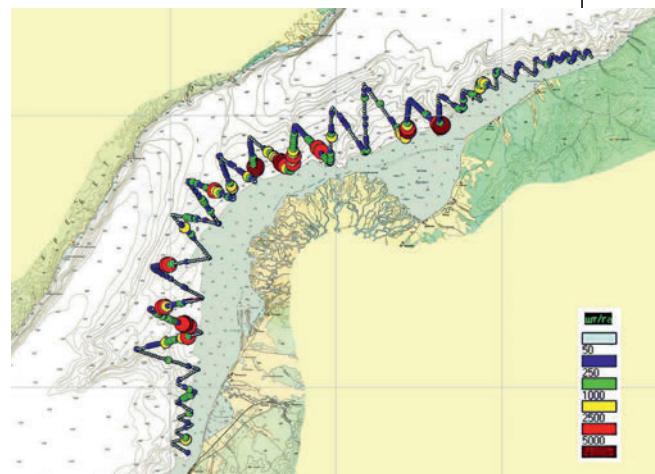
**Таблица 1.** Результаты расчётов численности и биомассы омуля на акваториях рыбопромысловых участков озера Байкал в 2021 и 2022 годах / **Table 1.** The results of the omul number and biomass calculations in the waters of the fishing areas of Lake Baikal in 2021 and 2022 years

Подрайон	Площадь, га	Среднее значение плотности		Биомасса/Численность	
		кг/га	шт/га	тонн	шт.
Селенгинское мелководье (2021)	145 010	27,0	74	4 108 ± 166	11 386 971 ± 783 987
Селенгинское мелководье (2022)	145 122	30,0	198	4498 ± 198	28 751 555 ± 1 640 468
Баргузинский залив (2022)	36 847	4,4	47	168 ± 9	1 883 544 ± 89 182
Малое море (2022)	52 095	6,5	68	320 ± 21	3 329 209 ± 223 912
Северный Байкал (2021)	14 695	67,3	432	992 ± 38	6 370 540 ± 347 225
Северный Байкал (2022)	14 675	58,1	366	936 ± 30	5 924 275 ± 222 401
Северный Байкал (2022)	20 677	42,8	268	946 ± 30	5 926 228 ± 220 695



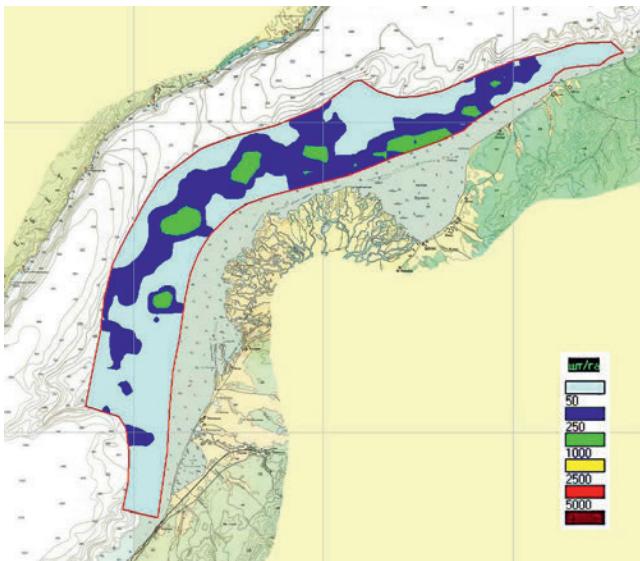
**Рисунок 1.** 2021 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов съёмки на акватории Селенгинского мелководья.

Figure 1. 2021 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the area of the Selenginsky shallow water



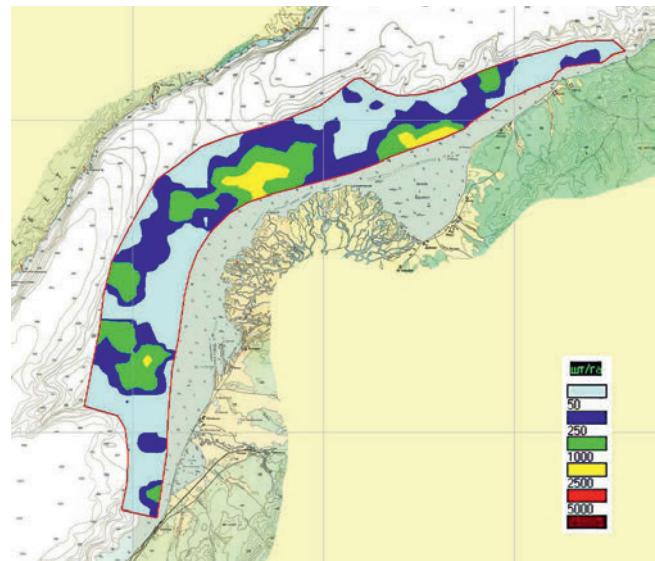
**Рисунок 2.** 2022 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов съёмки на акватории Селенгинского мелководья.

Figure 2. 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the area of the Selenginsky shallow water



**Рисунок 3.** 2021 год. Карта распределения численности омуля в размерности шт./га на Селенгинском мелководье (площадь акватории 145010 га).

Figure 3. 2021 year. The map of the omul density distribution (pcs/ha) in the area of the Selenginsky shallow water (Area 145010 ha).



**Рисунок 4.** 2022 год. Карта распределения численности омуля в размерности шт./га на Селенгинском мелководье (площадь акватории 145122 га)

Figure 4. 2022 year. The map of the omul density distribution (pcs/ha) in the area of the Selenginsky shallow water (Area 145122 ha)

Интервал интегрирования, при обработке данных гидроакустических съёмок на акватории Селенгинского мелководья и Малого моря, составил 500 м, Северного Байкала и Баргузинского залива – 250 метров.

Для оценки численности запасов омуля, его распределения в пределах обследованных акваторий и дальнейшего хранения результатов работ использовались только отечественные разработки: гидроакустическая информационная

система, состоящая из ГИС «Картмастер» [6] и специализированной базы данных. Построение карт пространственного распределения численности и биомассы омуля проводилось методом геостатистической интерполяции Kriging [7; 8].

При проведении контрольных обловов на акватории Селенгинского мелководья в 2022 г., помимо неводных обловов, были проведены контрольные траления. На других акваториях кон-

трольные обловы были выполнены порядками ставных сетей.

В таблице 1 представлены площади обследованных рыбопромысловых акваторий озера, результаты расчётов средних значений поверхностной плотности омуля в переделах обследованных акваторий, а также – значения численностей и биомасс с доверительными интервалами [9] по итогам работ в 2021 и 2022 годах.

В 2021 г. гидроакустические съёмки были выполнены на акваториях Селенгинского мелководья и Северного Байкала, поэтому анализ полу-

ченных данных был выполнен только для этих акваторий. Для сравнения результатов работ на Северном Байкале, кроме общей численности и биомассы омуля в пределах всей акватории 2022 г. (на площади 20677 га), были проведены расчёты и в пределах акватории 2021 г. (на площади 14675 га).

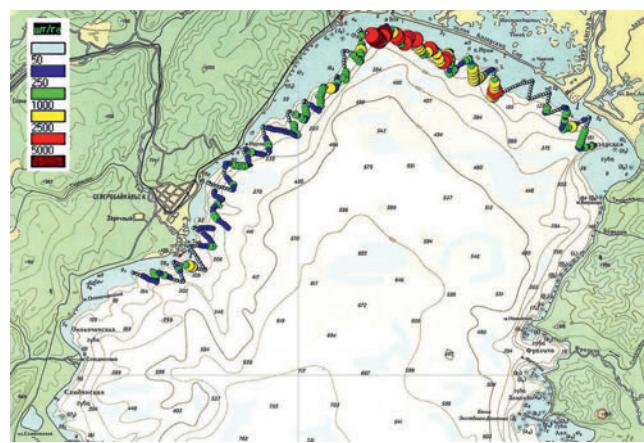
**Селенгинское мелководье.** Сетка галсов съёмки Селенгинского мелководья была аналогичной сетки галсов 2021 года. На рисунках 1 и 2 представлены карты распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль

**Таблица 2.** Размерно-возрастное распределение омуля на акваториях Селенгинского мелководья и Северного Байкала / **Table 2.** The size-age omul distribution in the waters of the Selenginsky shoal and Northern Baikal

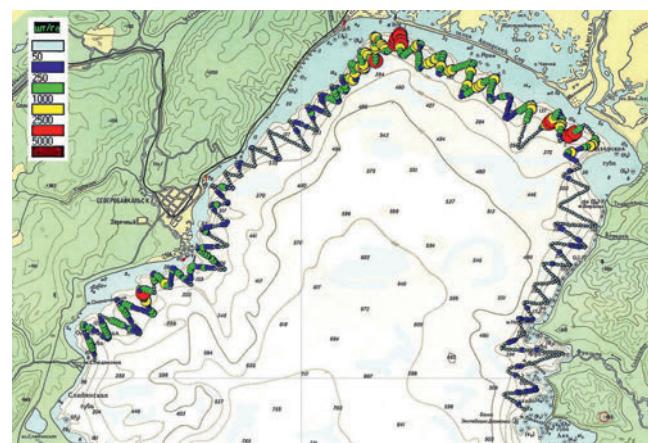
Район	Год рождения	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
	Возраст в 2022 г., лет	1	2	3	4	5	6	7
Прибрежный (северо-байкальский омуль)	Средняя длина	13,3	18,2	21,9	25,2	28,4	30,7	32,8
	Минимум	9,7	13,0	17,6	19,4	22,0	23,3	28,0
	Максимум	20,0	22,7	26,1	29,7	34,3	38,0	38,5
Пелагический (селенгинский омуль)	Средняя длина	12,6	16,5	20,9	23,9	28,3	32,0	35,2
	Минимум	10,9	13,2	17,4	18,5	21,0	25,0	27,6
	Максимум	15,0	19,5	29,3	29,5	36,3	38,0	40,0

**Таблица 3.** Процентное соотношение омуля поколения до и после 2018 г. по результатам гидроакустических измерений / **Table 3.** Percentage of omul generation before and after 2018 based on hydroacoustic measurements

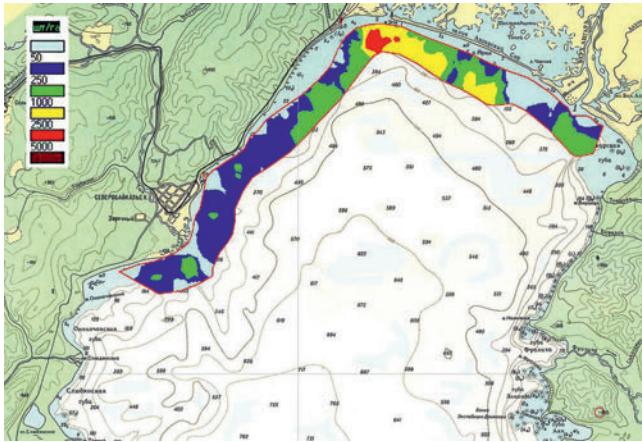
Район работ	Поколение после 2018 года, %	Поколение до 2018 года, %
Селенгинское мелководье (подрайон №1)	77,7	22,3
Селенгинское мелководье (подрайон №3)	83,7	16,3
Северный Байкал	22,9	77,1



**Рисунок 5.** 2021 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Северного Байкала  
**Figure 5.** 2021 year. The map of the omul surface density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of Northern Baikal



**Рисунок 6.** 2022 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки на акватории Северного Байкала  
**Figure 6.** 2022 year. The map of the omul surface density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of Northern Baikal



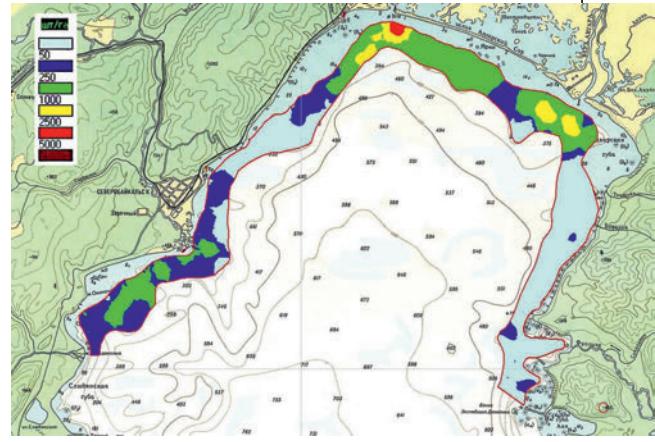
**Рисунок 7.** 2021 год. Карта распределения численности омуля в размерности шт./га на акватории Северного Байкала (площадь акватории 14695 га)

**Figure 7.** 2021 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of Northern Baikal (Area 14695 ha)

галсов съёмки в 2021 и 2022 годах, соответственно, на рисунках 3 и 4 – карты распределения его численности.

Как показали гидроакустические наблюдения, плотность регистрируемых скоплений была выше, по сравнению с результатами 2021 года. Скопления омуля наблюдались в более широких диапазонах глубин, а именно – от 60 до 280 м (в 2021 г. скопления регистрировались в слое от 100 до 250 м). Вертикальное развитие регистрируемых скоплений достигало 55 метров. Кроме того, одиночный омуль и его скопления регистрировались практически на каждом галсе гидроакустической съёмки, в отличие от 2021 года. По результатам контрольных траловых обловов доля омуля размером менее 20-22 см в уловах была существенно выше, чем размером более 22 см. В 2021 г. в процессе съёмки траловых обловов не проводилось, и для вычислений использовались результаты контрольных обловов неводом. При сравнении с результатами 2021 г., в 2022 г. численность омуля в пределах обследованной акватории, аналогичной предыдущему году, увеличилась в 2,5 раза, при увеличении общей биомассы на 390 тонн. При использовании данных траловых контрольных обловов численность омуля оказалось еще выше при уменьшении общей биомассы, что объясняется существенно большим количеством мелких особей в улове, нежели при обловах неводом.

**Северный Байкал.** По сравнению с 2021 г. акватория съёмки была существенно расширена. В 2022 г. к сетке галсов 2021 г. были добавлены галсы вдоль восточного и западного побережья. На рисунках 5 и 6 представлены карты распределения плотности омуля вдоль галсов гидроакустических съёмок 2021 и 2022 годов, соответственно. Карты распределения

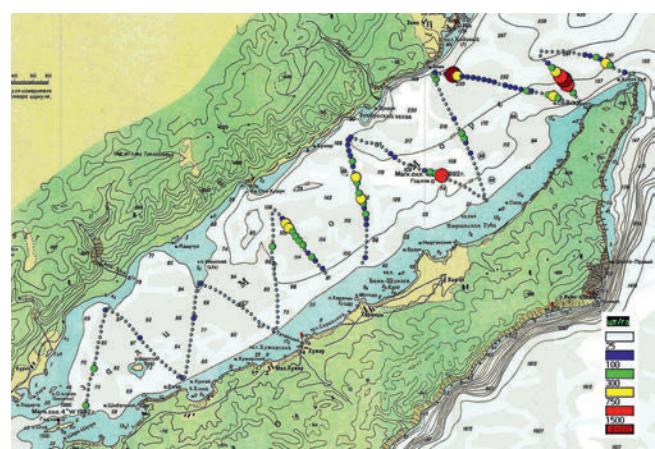


**Рисунок 8.** 2022 год. Карта распределения численности омуля в размерности шт./га на акватории Северного Байкала (площадь акватории 20677 га)

**Figure 8.** 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of Northern Baikal (Area 20677 ha)

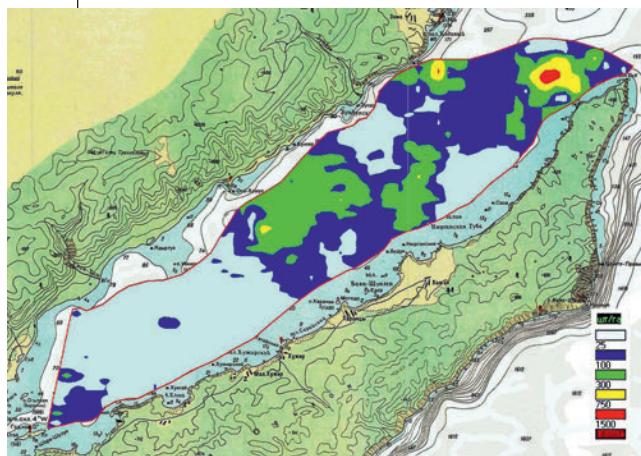
численности омуля в размерности шт./га, построенные методом изолиний, представлены на рисунках 7 и 8.

Ареал обитания омуля в северо-восточной части увеличился. Например, наибольшие концентрации омуля в 2021 г. были зарегистрированы в северо-западной части района. В 2022 г. таких плотных скоплений не регистрировалось, ареал обитания омуля расширился, плотные скопления также регистрировались и в северо-восточной части акватории, в 2021 г. в этом районе скопления омуля встречались существенно реже. Вырос диапазон глубин его обитания: от 50 до 300 метров в 2022 г. (от 120 до 250 метров в 2021 г.).



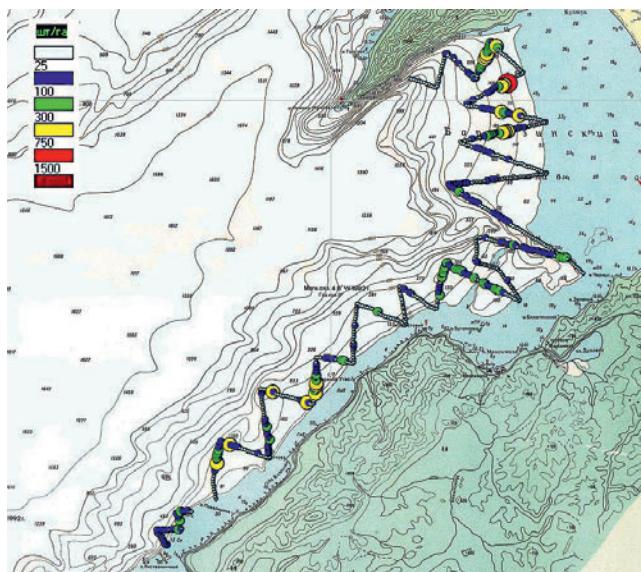
**Рисунок 9.** 2022 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов гидроакустической съёмки в Малом море

**Figure 9.** 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of the Small Sea



**Рисунок 10.** 2022 год. Карта распределения численности омуля в размерности (шт./га) в Малом море (площадь акватории 52 095 га)

Figure 10. 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of the Small Sea (Area 52095 ha)



**Рисунок 11.** 2022 год. Карта распределения значений поверхностной плотности (шт./га) омуля вдоль галсов гидроакустической съемки в Баргузинском заливе

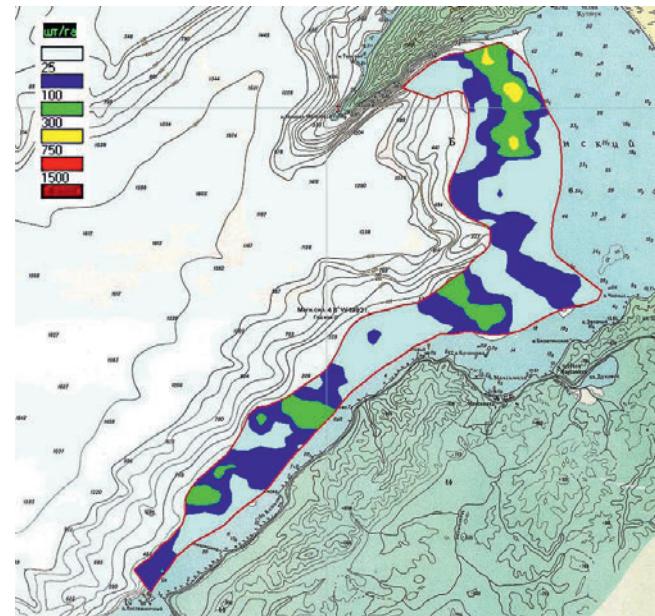
Figure 11. 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution along the transects of hydroacoustic survey in the waters of the Barguzin Bay

На расширенной части акватории (восточный район съемки размером около 6000 га) скопления омуля не регистрировались и увеличение численности и биомассы, по отношению к размеру акватории прошлого года съемки (14695 га), было незначительным. Результаты сравнительного анализа в пределах акватории прошлого года показали, что с учетом доверительных интервалов численность омуля и его биомасса почти не изменились.

**Малое море.** На рисунках 9 и 10 представлены карты распределения плотности омуля в размерности шт./га вдоль галсов съемки и в пределах ее границ. При проведении съемки существенных скоплений омуля не было обнаружено. Только при выходе из Малого моря через северные ворота были зарегистрированы скопления омуля, плотно прижатые ко дну на глубинах от 160 до 200 метров. По отношению к плотностям численности и биомассы омуля на акваториях Селенгинского мелководья и Северного Байкала, на акватории Малого моря эти значения были существенно ниже (см. табл. 1).

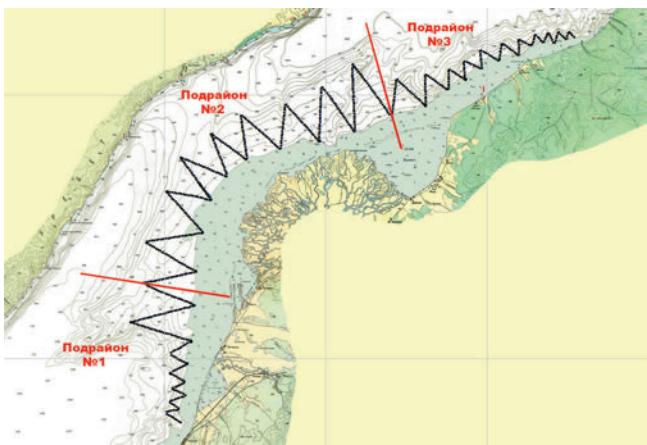
**Баргузинский залив.** Скопления омуля регистрировались на относительно небольшом участке от м. Безымянного на 3-4 км в сторону пос. Усть-Баргузин. Непосредственно в Баргузинском заливе значимых скоплений омуля не наблюдалось. На отдельных участках регистрировались донные скопления омуля низкой плотности. Диапазон регистрации скоплений омуля составил от 110 до 220 метров. Средние показатели плотности по численности и биомассе были еще ниже показателей в Малом море (см. табл. 1). Карты распределения плотности омуля в размерности шт./га вдоль галсов съемки и в пределах ее границ представлены на рисунках 11 и 12.

В связи с ограничением промысла омуля, оценка возрастного распределения омуля поколения до и после 2018 г. представляет несомненный интерес. На основании данных БайкалНИИРО, были выполнены расчёты процентного соотношения омуля. В расчётах использовались сред-



**Рисунок 12.** 2022 год. Карта распределения численности омуля в размерности (шт./га) в Баргузинском заливе (площадь акватории 36 847 га)

Figure 12. 2022 year. The map of the omul density (pcs/ha) distribution in the waters of the Barguzin Bay (Area 36 847 ha)



**Рисунок 13.** Карта районирования акватории Селенгинского мелководья  
**Figure 13.** The Zoning map of the Selenginsky shallow water area.

ние показания «длина-возраст», представленные в таблице 2. В таблице 3 – результаты расчётов по гидроакустическим данным процентного содержания омуля поколения до введения запрета и после в подрайонах Селенгинского мелководья и Северного Байкала.

Прямые гидроакустические измерения длины омуля, с использованием антенны с расщепленным лучом, также показали высокое процентное соотношение мелких особей возрастом равное или младше 4 лет (то есть, рождения после введения запрета на его вылов) по отношению к более взрослым особям. В подрайонах 1 и 3 (рис. 13) его доля составила 77,7% и 83,7%, соответственно.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По сравнению с предыдущим годом, в 2022 г. на акватории Селенгинского мелководья наблюдался существенный рост численности мелкого омуля поколения 2018 г. и младше (после введения запрета на вылов).

Результаты сравнительного анализа на Северном Байкале, в пределах акватории 2021 г., показали, что, с учетом доверительных интервалов, численность омуля и его биомасса практически не изменились, что свидетельствует о прекращении падения его запаса в этом районе.

В завершении выражаем искреннюю благодарность сотрудникам Лимнологического института СО РАН за содействие и помощь, оказанную при установке и демонтаже гидроакустического оборудования на борту НИС «Г.Ю. Верещагин».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: С.М. Гончаров – идея работы, подготовка введения, заключения, подготовка статьи, окончательная проверка статьи; В.А. Петерфельд – организация и обеспечение экспедиционных работ, анализ данных; С.Б. Попов, А.В. Базов, Н.Г. Ключарева – сбор, обработка и анализ данных.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: S.M. Goncharov – the idea of the work, preparation of the introduction, conclusion, preparation of the article, final verification of the article; V.A. Peterfeld – organization and provision of expedition work, data analysis; S.B. Popov, A.V. Bazov, N.G. Klyuchareva – data collection, processing and analysis.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

- Simmonds J., MacLennan D. 2005. *Fisheries Acoustics. Theory and Practice*. Second edition. Published by Blackwell Science Ltd. – P. 437.
- Мельник Н.Г. Гидроакустический учет ресурсов байкальского омуля. / Н.Г. Мельник, Н.С. Смирнова-Залуми, В.В. Смирнов и другие. – Новосибирск: Наука. – 2009. – С. 48, 79-172. ISBN: 978-5-02-023228-0.
- Melnik N.G. Hydroacoustic accounting of the Baikal Omul resources. / N.G. Melnik, N.S. Smirnova-Zalumi, V.V. Smirnov and others. – Novosibirsk: Nauka. – 2009. – Pp. 48, 79-172. ISBN: 978-5-02-023228-0.
- Гончаров С.М. Результаты гидроакустических исследований байкальского омуля (*Coregonus migratorius*) на рыбопромысловых акваториях озера Байкал с использованием отечественных информационных разработок / С.М. Гончаров, С.Б. Попов, В.А. Петерфельд // Рыбное хозяйство. – 2022. – № 2. – С.54-58. DOI: 10.37663/0131-6184-2022-2-54-58.
- Goncharov S.M. Results of hydroacoustic studies of the Baikal omul (*Coregonus migratorius*) in the fishing waters of Lake Baikal using domestic information developments / S.M. Goncharov, S.B. Popov, V.A. Peterfeld // Fisheries. – 2022. – No. 2. – Pp. 54-58. DOI: 10.37663/0131-6184-2022-2-54-58.
- Гончаров С.М. Результаты ресурсных гидроакустических съемок байкальского омуля на рыбопромысловых акваториях озера Байкал в весенне-летний период 2022 года / С.М. Гончаров, С.Б. Попов, В.А. Петерфельд, А.В. Базов, Н.Г. Ключарева // Труды ВНИРО. – 2022. – № 190. – С.186-192. DOI: 10.36038/2307-3497-2022-190-186-192
- Goncharov S.M. Results of resource hydroacoustic surveys of the Baikal omul in the fishing waters of Lake Baikal in the spring-summer period of 2022 / S.M. Goncharov, S.B. Popov, V.A. Peterfeld, A.V. Bazov, N.G. Klyuchareva // Proceedings of VNIRO. – 2022. – No. 190. – Pp.186-192. DOI: 10.36038/2307-3497-2022-190-186-192.
- Гончаров С.М. Измерение силы цели байкальского омуля для повышения точности оценки его запаса в озере Байкал / С.М. Гончаров, С.Б. Попов, В.М. Бондаренко, Н.Г. Мельник и другие. // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 3. – С.87-90.
- Goncharov S.M. Measuring the target strength of the Baikal omul to improve the accuracy of estimating its reserve in Lake Baikal / S.M. Goncharov, S.B. Popov, V.M. Bondarenko, N.G. Melnik and others. // Fisheries. – 2008. – No. 3. – Pp.87-90.
- Бизиков В.А. Географическая информационная система «Картмстер» / В.А. Бизиков, С.М. Гончаров, А.В. Поляков // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 1. – С. 96-99
- Bizikov V.A. Geographical information system "Cartmaster" / V.A. Bizikov, S.M. Goncharov, A.V. Polyakov // Fisheries. – 2007. – No. 1. – Pp. 96-99.
- Демьянов В.В. Геостатистика: теория и практика. / В.В.Демьянов, Е.А. Савельева – М.: Наука. – 2010. – С. 50, 64-134. ISBN: 978-5-02-037478-2.
- Demyanov V.V. Geostatistics: theory and practice. / V.V.Demyanov, E.A. Savelyeva – M.: Nauka. - 2010. – Pp. 50, 64-134. ISBN: 978-5-02-037478-2.
- Kanevski Mikhail and Maignan Michel, Analysis and Modelling of Spatial Environmental Data, EPFL Press, Lausanne, Switzerland. – 2004. – 288 p. ISBN 0-8247-5981-8.
- Юданов К.И. Руководство по проведению гидроакустических съемок. / К.И. Юданов, И.Л. Калихман, В.Д. Теслер – 1984. – М: ВНИРО. – С. 86-110, 110-113.
- Yudanov K.I. Guide to conducting sonar surveys. / K.I. Yudanov, I.L. Kalikhman, V.D. Tesler – 1984. – M: VNIRO. – Pp. 86-110, 110-113.



## Seafood Expo Russia: аквакультура на главной отраслевой выставке

### МЕСТО АКВАКУЛЬТУРЫ НА ВЫСТАВКЕ SEAFOOD EXPO RUSSIA

Аквакультура – драйвер роста рыбохозяйственной отрасли. Россия обладает одними из лучших условий в мире для выращивания рыбы и морепродуктов, как в пресноводных, так и в морских акваториях. Долгое время они не использовались на максимальную мощность, но ситуация стала меняться. С 2015 г. сектор демонстрирует уверенный рост, опережающий темпы всей отрасли. По данным Росрыболовства и Росстата, к 2020 г. объём товарного производства продукции вырос почти в 2 раза. В 2021 году он увеличился на 8,5% к уровню 2020 г. и составил 356,6 тыс. т, а в 2022 году – уже 383,5 тыс. тонн.

Дальнейший рост сектора связан с устойчивостью его инфраструктуры, которая ранее значительно зависела от иностранного импорта. Для продолжения стабильного комплексного развития необходимо создать благоприятные условия для всех участников индустрии аквакультуры: рыбоводных хозяйств, производителей оборудования, поставщиков посадочного материала, ветеринарных препаратов и кормов. Все они ежегодно присутствуют на площадке Seafood Expo Russia. В отличие от узкопрофильных мероприятий, выставка объединяет не только один сегмент, но все стороны рыбохозяйственной отрасли и сопутствующих сфер: торговли, логистики, финансов и услуг. Это позволяет уделить внимание каждому этапу производственного процесса – от выращивания рыбы до доставки готовой продукции конечному потребителю. Такой подход доказал свою эффективность, обеспечивая рост выставки и высокие результаты от участия, как малого и среднего бизнеса, так и лидеров индустрии.

Возможность решить все задачи в профессиональной, но тёплой атмосфере ежегодно привлекает новых посетителей и заставляет их возвращаться вновь. За 5 лет проведения Seafood Expo Russia стала главным отраслевым событием России. В прошлом году её посетило 12469 специалистов из 82 регионов России и 70 стран мира. Раздел аквакультуры занял второе место среди интересов

всех гостей мероприятия. Экспонентами стали более 80 компаний из России, Армении, Турции, Ирана, Франции, Финляндии и Нидерландов. Для участников и посетителей были также организованы тематические доклады и мероприятия деловой программы, которые позволили обсудить перспективы дальнейшего роста индустрии с использованием потенциала внутреннего рынка и зарубежных партнёров из стран ЕАЭС.

### КОРМА: НОВЫЕ ПОСТАВЩИКИ И ПРОИЗВОДСТВА

Многие иностранные производители кормов для рыб ушли с российского рынка, в связи с чем предприятиям аквакультуры потребовалось искать новых поставщиков. Корма обладают решающим значением при выращивании, и составляют до 70% затрат рыбоводных хозяйств, поэтому, для сохранения рентабельности, рыбоводы стали вырабатывать новые подходы к обеспечению процесса разведения водных биоресурсов. Значительно выросла ценность компаний, продемонстрировавших свою лояльность партнёрам и оставшихся на рынке, но всё больше предприятий сектора переключились на работу с продукцией отечественных компаний.

Россия за последнее время приобрела и сохранила современные технологии производства кормов для различных пород рыб. К тому же индустрия обладает собственной научно-экспериментальной базой, которая позволяет проводить сложные испытания, адаптировать разработки и достигать высокого качества продукции. Однако для наращивания объёмов выпуска такой продукции требуется расширение производственных мощностей. В этом нуждаются как лидеры сегмента, у которых кратно возросло количество заказов, так и новые игроки, заинтересованные в перспективном и быстро растущем рынке. В России планируется запуск нескольких новых цехов и заводов по производству корма. Например, в Карелии, Северной Осетии, Мурманской и Смоленской областях, на Сахалине. В апреле-мае начнётся производство рыбного корма для сомовых и осетровых видов рыб на новом

заводе «Рыбные корма» в Астраханской области. Но и они не закроют текущую и перспективную потребности сектора полностью.

Новые возможности для расширения бизнеса, в сложившихся условиях, получили производители сельскохозяйственных кормов, которые ранее не специализировались на рыбе и морепродуктах. Не понаслышке знакомые с особенностями работы с кормами, многие из них задумались об открытии нового направления и большей диверсификации производства. Самый успешный из реализованных проектов сегодня – пример агрохолдинга «Мираторг», который весной-летом прошлого года наладил выпуск кормов для ценных видов рыб. Существуют и другие примеры. К тому же некоторые производители сегодня заинтересованы в том, чтобы в дополнение к производству гранулированных кормов для карповых видов рыб наладить выпуск экструдированных – для лососёвых, осетровых и сиговых. Для реализации всех этих планов требуется время, а главное – качественная экспертиза, ведь рыбная отрасль обладает собственной спецификой и требует к себе самого внимательного отношения.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАЗДЕЛА И НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ УЧАСТИКОВ

В прошлом году, из предоставленных экспонентами компонентов, была собрана УЗВ с живой рыбой. Это обеспечило эффективное участие для небольших компаний-производителей оборудования и компонентов. Они смогли продемонстрировать свою продукцию в действии – в аквасистеме с живой рыбой. Всего в работе объединённого стенда приняли участие 11 компаний. Помимо возможности пообщаться напрямую с производителями, у профессионалов отрасли была возможность по-

слушать тематические доклады на тему кормов, гидрохимии, рыбоводства и ихтиопатологии.

Чтобы обеспечить рыбоводные хозяйства всем необходимым и рассказать рынку о потребностях сектора, нюансах работы с различными видами рыб, команда Seafood Expo Russia на выставке в октябре представит обновлённый проект в центре сектора аквакультуры. Производители кормов смогут продемонстрировать свою продукцию в процессе кормления рыбы на базе действующей аквасистемы – бассейна для пресноводной рыбы объемом 17 куб. м воды, небольшой промышленной передержки для 500-700 кг морепродуктов и витрины для розничной торговли морепродуктами. Это один из наиболее удобных и гибких форматов участия, который поможет производителям кормов найти новых клиентов при минимальных затратах. Все технические и организационные вопросы возьмёт на себя оператор объединённого стенда, а экспонентам остаётся просто приехать на выставку и показать корм целевой аудитории главного отраслевого мероприятия России.



**VI Global Fishery Forum & Seafood Expo Russia 2023 состоится 18-20 октября  
на площадке КВЦ «Экспофорум» в Санкт-Петербурге.**

Подробности – на официальном сайте мероприятия [www.seafoodexporussia.com](http://www.seafoodexporussia.com).



18-20  
ОКТЯБРЯ '23  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ



# GLOBAL FISHERY FORUM and SEAFOOD EXPO RUSSIA

FISHERY • AQUACULTURE • PROCESSING

ПЕРИОДИЧНОСТЬ:

**ЕЖЕГОДНО**

ПЛОЩАДЬ:

**26 000+ м<sup>2</sup>**

ПОСЕТИТЕЛИ:

**12 496** СПЕЦИАЛИСТОВ  
ИЗ **82** РЕГИОНОВ РОССИИ  
И **70** СТРАН МИРА

УЧАСТНИКИ:

**400** КОМПАНИЙ  
ИЗ **34** РЕГИОНОВ РОССИИ  
И **14** СТРАН МИРА



ОТРАСЛЕВОЙ  
ВЫСТАВОЧНЫЙ  
ОПЕРАТОР

**EXPO SOLUTIONS GROUP**

+7 (495) 215-06-75

INFO@RUSFISHEXPO.COM

T.ME/SEAFOODEXPORUSSIA

[WWW.SEAFOODEXPORUSSIA.COM](http://WWW.SEAFOODEXPORUSSIA.COM)



НА ПРАВАХ РЕКЛАМЫ

**Ключевые слова:**  
кета, технология,  
полузамкнутая система  
водоснабжения,  
инкубаторы вертикального  
(стеллажного) и гравийного  
типа, охлаждение воды

**Keywords:**  
chum salmon, technology,  
semi-closed water supply  
system, vertical (shelving)  
and gravel type incubators,  
water cooling

# Особенности технологии искусственного разведения кеты (*Oncorhynchus keta*) в условиях частного лососеводства в Магаданской области

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-83-90

Кандидат биологических наук  
**Хованская Л.Л.** – ведущий  
научный сотрудник Лаборатории  
лососевых рыб и аквакультуры  
Магаданского филиала ФГБНУ  
«ВНИРО» («МагаданНИРО»);

**Д.В. Песляк** – директор;

**А.А. Оглы** – главный рыбовод  
Тахтоймского ЛРЗ –  
ООО «Магаданская рыбная  
компания-2»

Доктор биологических наук  
доцент **А.А. Смирнов** – Главный  
научный сотрудник Отдела  
морских рыб Дальнего  
Востока Всероссийского  
научно-исследовательского  
института рыбного хозяйства и  
океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»);  
профессор лаборатории точных  
и естественных наук **Северо-**  
**Восточного государственного**  
**университета (СВГУ)**

@ nerka61@mail.ru;  
tahtoyamsk@mail.ru;  
aleksander.ogly2016@yandex.ru;  
andrsmir@mail.ru

## FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF ARTIFICIAL BREEDING OF CHUM SALMON (*ONCORHYNCHUS KETA*) IN THE CONDITIONS OF PRIVATE SALMON FARMING IN THE MAGADAN REGION

Candidate of Biological Sciences **L.L. Khovalanskaya** – Leading Researcher of the Laboratory of Salmon Fish and Aquaculture of the Magadan Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution (MagadanNIRO);

**D.V. Peslyak** – Director;

**A.A. Ogly** – chief fish breeder of Takhtoyamsky LRZ –  
LLC "Magadan fish company-2"

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor **A.A. Smirnov** – Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); Professor of the Laboratory of Exact and Natural Sciences of the Northeastern State University (SVSU)

Technological solutions used in the course of artificial reproduction of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in the conditions of private salmon farming in the Magadan region are considered.

The potential effectiveness of fish-breeding measures carried out in the conditions of the Takhtoyam fish hatchery to preserve the stocks of chum salmon and increase the volume of its catch in the rivers of Shelikhov Bay is shown.

Пастбищное лососеводство в Магаданской области существует уже более 39 лет, при этом первый государственный лососевый рыбоводный завод (ЛРЗ) был введен в эксплуатацию в начале 80-х гг. прошлого столетия. В текущем столетии из четырех ЛРЗ общей мощностью 120 млн лососевой молоди в год, построенных на крупных реках Тауйской губы Охотского моря (Ола, Армань, Яна и Тауй),

действуют только три. Тауйский ЛРЗ, в связи с аварийным состоянием водовода, в 2012 г. был закрыт на реконструкцию и уже ничего не выпускает.

В итоге из-за физического износа, пригодная к эксплуатации фактическая производственная мощность всех государственных ЛРЗ Магаданской области на современном этапе снижена в 4 раза и составляет не более 29,5 млн лососевой молоди.

Хорошой альтернативой, в условиях повышенной антропогенной нагрузки на популяции магаданских лососей, в частности, одного из основных, массовых и ценных видов тихоокеанских лососей – североохотоморской кеты, а также недостаточного финансового обеспечения государственных рыбоводных предприятий, может стать развитие частного лососеводства, и первые шаги в этом направлении уже сделаны.

Так, на северо-восточном участке материко-вого побережья Охотского моря в п. Тахтоямск с 2019 г. начал свою деятельность рыбоводный комплекс – Тахтоямский ЛРЗ, являющийся структурным подразделением ООО «Магаданская рыбная компания – 2». Впервые под рыбоводство, в рамках товарной аквакультуры и искусственного воспроизводства, были задействованы реки, впадающие в залив Шелихова Охотского моря.

Цель исследований заключалась в выявлении особенностей разведения кеты, принципиально новых биотехнологических решений, в условиях частного лососеводства, а также – потенциальной возможности их применения на рыбоводных предприятиях федерального значения.

Материал для данной работы был собран на Тахтоямском ЛРЗ, расположенном в районе ручья Безымянный (бассейн р. Тахтояма), впадающего в залив Шелихова Охотского моря.

В ходе работ выполнен анализ производственных мощностей и работы технологического оборудования; использованы данные отчетной и текущей рыбоводной документации, а также собственные наблюдения.

В целях мониторинга условий содержания оплодотворенной икры, личинок и молоди кеты использовали портативный термооксиметр модели «OxyGuard Handy Polaris», с помощью которого ежесуточно измеряли температуру воды



Личинки кеты на разных стадиях развития (коллаж А.А. Оглы)

Рассмотрены технологические решения, применяемые в ходе работ по искусственному воспроизведению кеты (*Oncorhynchus keta*) в условиях частного лососеводства в Магаданской области.

Показана потенциальная эффективность рыбоводных мероприятий, проводимых в условиях Тахтоямского рыбоводного завода, для сохранения запасов кеты и увеличения объемов ее вылова в реках залива Шелихова.



**Рисунок 1.** Первый ИПЦ Тахтоямского ЛРЗ с заполненными оплодотворенной икрой инкубационными аппаратами вертикального (стеллажного) типа (коллаж Л.Л. Хованской)

**Figure 1.** The first CPI of the Takhtoyamsky LRZ with vertical (shelving) incubation devices filled with fertilized eggs (collage L.L. Khovanskaya)

и содержание растворенного в воде кислорода.

Температуру воды на нерестилищах рек Иреть и Туманы измеряли в течение календарного года с помощью «таблеточных» регистраторов «Термохрон», которые ежесуточно снимали показатели через каждые 4 часа. После завершения мониторинга температурного режима, данные переносились для обработки на электронные носители.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2019 г. был оборудован и пущен в эксплуатацию первый инкубационно-питомный цех (далее ИПЦ) на базе насосной станции, питающей водой село Тахтоямск, в котором разместили 20 шт. инкубационных аппаратов вертикального (стеллажного) типа, занимающих площадь около 8 м<sup>2</sup> (рис. 1). В стойке из 8 аппаратов размещается до 70 тыс. икринок. Расход воды составляет от 10 до 15 л/мин (в инкубационный

период) и до 20 л/мин (на выклеве свободных эмбрионов и выдерживании личинок).

Такие инкубационные аппараты не используются на ЛРЗ Магаданской области федерального значения (Охотский филиал ФГБУ «Главрыбвод»). Действующая мощность рыбоводного цеха составляет до 1,3 млн покатной молоди кеты.

На основе опыта разведения кеты 2019 и 2020 гг., в августе 2021 г. был запущен в строй новый ИПЦ, мощностью 6 млн молоди кеты, в котором установлено 28 аппаратов гравийного типа (рис. 2).

Аппарат гравийного типа, занимающий площадь более 1 м<sup>2</sup>, осуществляет комплексный процесс контроля над икрой от стадии глазка и эмбриона до подъема мальков на плав. Он обеспечивает безопасную инкубацию рыб, может использоваться одновременно в качестве инкубатора и питомника. Аппараты снабжены окнами для просмотра состояния икры и, в дальнейшем, личинок и молоди. Вместимость каждого – не менее 200 тыс. икринок кеты (по 50 тыс. икринок в 1 отсек). При необходимости разделительные отсеки можно не устанавливать. На дно аппарата укладывается трубчатый субстрат. В его верхней части расположена рамка, на которую насыпается оплодотворенная икра, и через которую осуществляется выклев свободных эмбрионов. Расход воды в данных аппаратах устанавливают из расчета в среднем 50 л/мин, но не более 60 л/мин.

В 2019 и 2020 гг. сбор оплодотворенной икры кеты осуществлялся на временном рыбоводном пункте, оборудованном на участке р. Иреть, в 2021 и 2022 гг. – на р. Туманы.

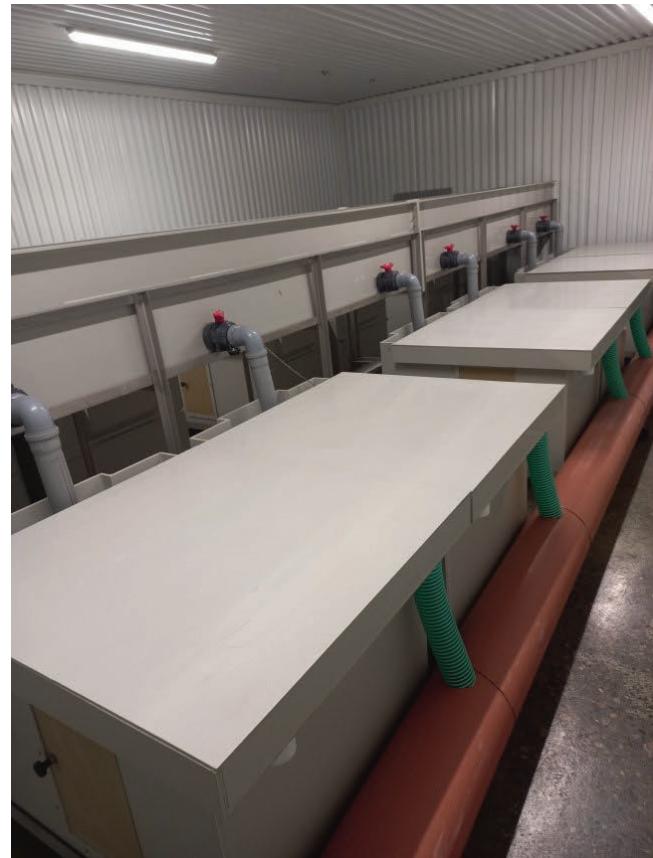
Как представлено в таблице 1, объемы за-кладки оплодотворенной икры кеты на Тахтоямский ЛРЗ ежегодно растут.

Известно, что кета в Магаданской области представлена разными экологическими формами ( temporальными группировками) – ранней и поздней [1], которые различаются по численности, срокам нерестового хода, местам и срокам размножения [2]. Особенностью искусственного разведения кеты на Тахтоямском ЛРЗ является проведение данных работ с производителями кеты разных темпоральных группировок: ранней летней расы (р. Иреть) (во 2-3-й декадах августа массовый ход кеты завершается), а также с производителями кеты, вероятно, как летней, так и ранней осеннеей расы (р. Туманы) (массовый ход производителей кеты – с 3 декады июля по 3 декаду августа).

У кеты ранней летней сезонной расы, которая нерестится в подрусловом потоке, в холодный период года температура воды в нерестовых бу-грах составляет не более 0,1-1,1°C. Кета ранней осеннеей сезонной расы нерестится на выходах ключей, где температура зимой и ранней весной выше и находится в пределах 1,7-2,4°C [3].

Вода в аппараты Тахтоямского ЛРЗ подается с регулируемым температурным режимом, схожим с температурой воды, которая была зафиксирована на нерестилищах рек, откуда был получен инкубационный материал (рис. 3).

В основе технологии лежит существенное понижение температуры воды в инкубационный период, после формирования четко выраженной эмбриональной стадии икры – «пигментации глаз», а также на этапе выклева свободных эмбрионов и в личиночный период, как для кеты летней расы, так и для кеты осеннеей расы. При этом следует отметить, что относительно высокая температура воды на этапе

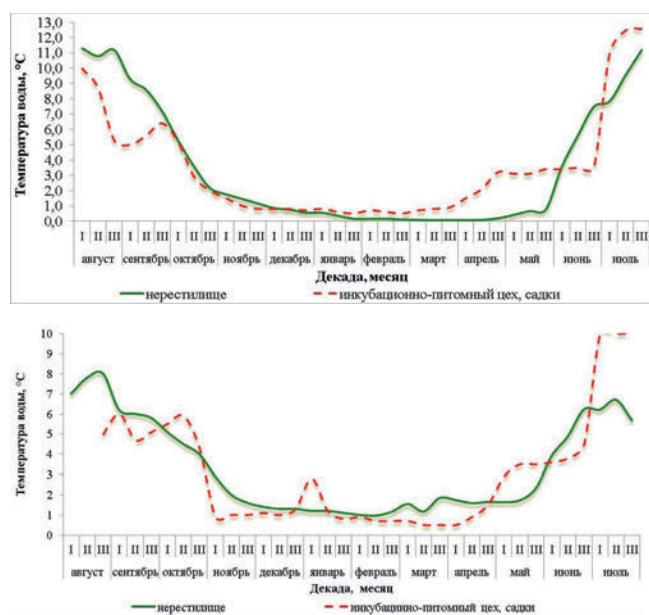


**Рисунок 2.** Аппараты гравийного типа, установленные в ИПЦ Тахтоямского ЛРЗ (вверху фото – сеть интернет, внизу – фото А.А. Оглы)

**Figure 2.** Gravel-type apparatuses installed in the CPI of the Takhtoyamsky LRZ (top of the photo is the Internet, bottom is the photo of A.A. Ogly)

свободных эмбрионов оказывает неблагоприятное воздействие на рост, а также на общее развитие личинок и молоди, поскольку в природных условиях температура воды в этот период заметно ниже [4].

В результате, в отличие от государственных ЛРЗ Магаданской области, кета на мальковом этапе развития в условиях Тахтоямского ЛРЗ содержится не более 2,0-2,5 месяцев, тогда как, например, в условиях рыбоводного завода федерального уровня – Ольской экспериментальной производственно-акклиматационной базы, мальковый этап развития молоди кеты может продлиться до 5-7 месяцев, что совсем не соответствует естественным условиям воспроизводства и существенно снижает физиологическое качество молоди [4].



**Рисунок 3.** Температура воды на Тахтоямском ЛРЗ в период инкубации икры, выдерживания личинок и подращивания молоди кеты (поколение 2020 г. (вверху) и поколение 2021 г. (внизу)), а также на участках нерестилищ реки Иреть (вверху) и реки Туманы (внизу)

**Figure 3.** The water temperature at the Takhtoyamsky LRZ during the incubation of eggs, incubation of larvae and rearing of young chum salmon (generation 2020 (above) and generation 2021 (below)), as well as in the spawning areas of the Iret River (above) and the Tumany River (below).

Снижение температуры воды в условиях Тахтоямского ЛРЗ, как в первом ИПЦ (далее ИПЦ-1), так и в новом построенном ИПЦ (далее – ИПЦ-2), обеспечивается подключением полузамкнутой системы водоснабжения с подпиткой из артезианской скважины – технологического оборудования, которое, в целях инкубации икры и выдерживания личинок тихоокеанских лососей, в настоящее время не используется на государственных ЛРЗ Магаданской области. При этом вода проходит цикл водоподготовки – постоянно аэрируется и обогащается кислородом. Подготовленная вода с помощью насосов подается по магистрали в верхнюю емкость (ИПЦ-1), в водоподающий лоток (ИПЦ-2), из которых она поступает в аппараты вертикального и гравийного типа, соответственно. На ИПЦ-1 принудительное охлаждение воды в системе полузамкнутого цикла водоснабжения обеспечивается замороженным льдом в закрытых многоразовых ёмкостях объемом по 10 литров каждая, которые ежедневно несколькими десятками размещаются в верхнюю, подающую воду, емкость. Однако процесс принудительного охлаждения воды в условиях данного ИПЦ является достаточно трудоемким, энергозатратным, а также весьма метеозависимым. При потеплении воздуха до -5°C, удерживать нужную температуру воды (до 0,5-0,8°C) становится крайне затруднительно. Следует подчеркнуть, что у аппаратов вертикального типа, установленных в ИПЦ-1, в процессе инкубации был выявлен ряд недостатков: завоздушивание икры на верхних полках инкубатора, заиливание сеток и, вследствие этого, неэффективное омывание водой икры и личинок, необходимость ежедневной чистки аппаратов.

На ИПЦ-2 вода из инкубационных аппаратов гравийного типа направляется в емкость, где охлаждается льдо-генератором, образующим ледовую крошку, до 0,3-0,5°C. В дальнейшем, смешиваясь в верхней емкости с относительно теплой артезианской водой (порядка 2,5-4,0°C), получается требуемая в холодный период года температура воды – 0,5-0,8°C.

В технологический цикл в 2020-2021 г. температура воды на период закладки икры кеты (происхождение – р. Иреть) в аппараты вертикального (стеллажного) типа, составляла порядка 7,1-10,2°C. В осенний период ее постепенно понизили с 6,7 до 1,7°C (в сентябре-октябре), до 0,7°C (в ноябре). В зимний период температура воды

**Таблица 1.** Место, сроки, продолжительность и объемы закладки на инкубацию оплодотворенной икры кеты в ИПЦ Тахтоямского ЛРЗ / **Table 1.** Place, timing, duration and volume of laying for incubation of fertilized chum salmon eggs in the CPI of the Takhtoyamsky LRZ

Пункт сбора икры	Сроки закладки	Продолжительность, суток	Количество заложенной икры, тыс. шт.	Тип инкубатора
р. Иреть	11.08-24.08.2019 г.	14	1324,2	вертикальный
р. Иреть	11.08-16.08.2020 г.	6	2036,6	вертикальный
р. Туманы	25.08-04.09.2021 г.	11	2927,3	гравийный
р. Туманы	05.09-01.10.2022 г.	27	3770,5	гравийный



Выдерживание производителей кеты в садках, р. Иреть (фото Л.Л. Хованской)

не превышала 0,5-0,8°C, а в весенний период ее постепенно увеличили с 0,8 до 3,0°C. Стадия «пигментация глаз» у эмбрионов кеты происхождения р. Иреть сформировалась во 2-3 декадах сентября – на 40-43 сутки при 240 градусо-дней.

Похожую технологию с понижением температуры воды использовали в ходе инкубации оплодотворенной икры и выдерживания личинок кеты происхождения р. Туманы в технологический цикл 2021-2022 годов. Так, в период закладки икры, температура воды составила порядка 4,5-6,5°C, в осенний период ее постепенно понижали и к концу ноября она не превышала 0,8°C. В зимний период средняя температура воды находилась в пределах 0,7-1,9°C. В весенний период температуру воды, в ходе выдерживания личинок кеты, постепенно повышали с 0,5 (в марте) до 3,0°C (в мае). Стадия «пигментация глаз» у эмбрионов кеты происхождения р. Туманы сформировалась во 2-3 декадах октября – на 47-49 сутки при 253-264 градусо-дней.

В технологический цикл 2020-2021 гг. этап выклева кеты проходил в период с 3 декады ноября по 3 декаду декабря, и начался на 101/126 сутки при 393-430 градусо-дней. Продолжительность этого этапа составляла от 9 до 14 дней. В технологический цикл 2021-2022 гг., вследствие более поздних сроков сбора оплодотворенной икры в 2021 г., по сравнению с 2020 г., а также низкой температуры воды, выклев свободных эмбрионов кеты сдвинулся на несколько недель (3 декада декабря-3 декада января), и начался на 121/138 сутки при 400-417 градусо-дней. Продолжительность выклева свободных эмбрионов также увеличилась до 12-18 дней.

По результатам инкубации оплодотворенной икры на Тахтоямском ЛРЗ за период 2019-2022 гг., отход оплодотворенной икры кеты в инкубационных аппаратах вертикального типа не превысил 16-23%, а в инкубационных аппаратах гравийного типа – 13-20%. В природных условиях инкубационный отход составляет порядка 48-80% [5].

Следует отметить, что, в период инкубации икры и выдерживания личинок в условиях Тахтоямского ЛРЗ, содержание растворенного в воде кислорода не опускалось ниже 10-13 мг/л. В соответствии с общими требованиями к химическому составу воды для воспроизведения тихоокеанских лососей в Магаданской области, содержание растворенного в воде кислорода не должно опускаться ниже 7 мг/л [4; 6].

Другой особенностью, применяемой в условиях Тахтоямского ЛРЗ технологии, является то, что выклев свободных эмбрионов осуществляется непосредственно в инкубационных аппаратах вертикального/гравийного типа, а также в них же проходит продолжительное (в течение 4-5 месяцев) выдерживание личинок до полного поднятия на плав. При этом используемый технологический прием в сочетании с низкой температурой воды, сокращает период кормления молоди кеты с 4-5 до 2-2,5 месяцев, что снимает проблему одомашнивания молоди. Эти меры направлены на то, чтобы подъем на плав и начало активного кормления молоди проходил при температуре воды не ниже 3°C, а срок ската молоди сдвигался на несколько недель в сторону теплых месяцев [4; 7].

Большой научный и очевидный практический интерес представляет использование есте-

**Таблица 2.** Объемы выпуска молоди кеты в реки залива Шелихова, тыс. шт. /

**Table 2.** The volume of release of juvenile chum salmon into the rivers of Shelikhov Bay, thousand units

Место выпуска	Годы			
	2020	2021	2022	2020-2022
руч. Безымянный	510,140	1000,850	752,243	2263,233
р. Иреть	507,315	722,876	501,354	1731,540
р. Туманы	-	-	523,342	523,342
р. Гатчан	-	-	755,243	755,243
<b>Всего</b>	<b>1017,455</b>	<b>1723,726</b>	<b>2532,182</b>	<b>5273,363</b>



Инкубационный цех с аппаратами гравийного (флотационного) типа (фото А.А. Оглы)

ственных водоемов для подращивания молоди перед выпуском с ЛРЗ. В связи с особенностью климатических условий, главным образом, температуры воды в реках североохотоморского побережья, даже природная молодь кеты, скатывающаяся в период катадромной миграции, не всегда характеризуется хорошим биологическим, а в отдельных случаях и не лучшим физиологическим качеством [8].

Поэтому на Тахтоямском ЛРЗ, в целях адаптации молоди кеты к природным условиям, широко используется метод ее подращивания в сетчатых садках (размером 6000 мм×2000 мм×1200 мм),

установленных в оборудованных естественных выростных прудах. В начале подращивания (1- 3 декады мая), молодь в возрасте 255-265 суток при 530-620 градусо-дней содержат в течение 4-5 недель в ручье Безымянном, где температура воды составляет порядка 3,5-5,0°C. В дальнейшем при достижении средней массы тела 0,5 г, часть молоди перевозят в места выпуска (реки Иреть, Туманы, Гатчан). Там ее еще подращивают в течение 2-3-х недель при температуре воды от 4,5-13,7°C до достижения навески 0,9-1 грамм. Выпуск подрошенной в садках молоди осуществляется в 1-2 декадах июля. Другую часть молоди выпускают непосредственно в ручей Безымянnyй (табл. 2). При этом, как представлено в данной таблице, объемы выпуска молоди кеты с Тахтоямского ЛРЗ в реки зал. Шелихова ежегодно увеличиваются.

Еще одним новым технологическим решением стало использование ультрафиолетовых ламп, установленных на водоподающем лотке к аппаратам гравийного типа. Поэтому вода в них поступает после обеззараживания, что снижает риски развития, широко распространенного среди лососевых рыб, грибкового заболевания (сапролегниоза) и поддерживает санитарно-гигиеническое здоровье икры и личинок.

## ВЫВОДЫ

1. Тахтоямский ЛРЗ – первое за 39 лет существования лососеводства в Магаданской области частное рыбоводное предприятие, приступившее в 2019 г. к разведению тихоокеанских лососей.

2. Технология разведения кеты в условиях Тахтоямского ЛРЗ максимально приближена к ее естественному воспроизводству в реках зал. Шелихова.

3. Инкубация икры кеты до стадии «пигментация глаз» осуществляется на условно «теплой» воде (температура 4,3-5,6°C). После достижения стадии «пигментация глаз» температуру воды существенно снижают до 0,5-0,8°C и сохраняют ее такой же до апреля включительно. Благодаря снижению температуры воды, длительность малькового периода кеты в искусственных условиях не превышает 2-2,5 месяцев.

4. Новое технологическое решение на Тахтоямском ЛРЗ – использование полузамкнутой системы водоснабжения и системы охлаждения



Процесс набухания оплодотворенной икры кеты в изотермических контейнерах с принудительной подачей воды (фото Л.Л. Хованской)

воды (льдо-генератором), можно успешно применять на ЛРЗ федерального значения, особенно при осуществлении работ с производителями кеты летней сезонной расы.

5. Аппараты вертикального (стеллажного) типа и гравийного (флотационного) типа позволяют не только инкубировать икру, но и полноценно выдерживать личинок до полного поднятия их на плав, что обеспечивает существенную экономию производственных площадей. Даные аппараты впервые применяются в Магаданской области. Однако аппараты вертикального типа характеризуются рядом недостатков: нежелательное завоздушивание икры на верхних сетках инкубатора, заливание сеток инкубатора и, вследствие этого, неэффективное омывание водой икры и личинок, необходимость ежедневной чистки аппаратов.

6. Отход оплодотворенной икры кеты за период инкубации в инкубационных аппаратах вертикального типа не превышает 16-23%, в инкубационных аппаратах гравийного типа – 13-20%.

7. Одним из эффективных технологических решений является использование ультрафиолетовых ламп для обеззараживания воды, поступающей в инкубаторы, что существенно повышает санитарно-гигиеническое качество рыбоводной продукции. Применение данного технологического оборудования в условиях ЛРЗ федерального значения также может благоприятно отразиться на санитарно-гигиеническом качестве рыбоводной продукции.

8. Подрашивание молоди кеты при температуре воды от 3,5 до 14°C в течение 2-2,5 месяцев



Сетчатые садки для подрашивания молоди кеты (фото А.А. Оглы)

обеспечивает выпуск молоди с высокой средней штучной навеской в пределах 0,9-1 грамм.

9. Применяемая технология разведения кеты дает основание предположить потенциальную эффективность рыбоводных мероприятий, проводимых на Тахтоямском ЛРЗ, с учетом перспективы ежегодного наращивания мощности по выпуску молоди, что может способствовать сохранению запасов кеты и увеличению объемов ее вылова в реках зал. Шелихова.



Аппараты вертикального типа с икрой кеты, установленные на первом ИПЦ  
(фото Л.Л. Хованской)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **Хованская Л.Л.** – идея статьи, анализ текущей и отчетной рыбоводной документации, подготовка текста, обзор литературы; **Песляк Д.В.** – разработка технологии искусственного разведения, идея новых технологических решений и их внедрение; **Оглы А.А.** – сбор и анализ данных, реализация технологических решений; **Смирнов А.А.** – обзор литературы, редакция и корректировка текста.

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

Contribution to the work of the authors: **Хованская Л.Л.** – the idea of the article, analysis of current and reporting fish breeding documentation, text preparation, literature review; **Peslyak D.V.** – development of artificial breeding technology, the idea of new technological solutions and their implementation; **Ogly A.A.** – data collection and analysis, implementation of technological solutions; **Smirnov A.A.** – review references, revision and correction of the text.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Волобуев В.В. Популяционная структура кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) континентального побережья Охотского моря / В.В. Волобуев, Л.Т. Бачевская, М.В. Волобуев, С.Л. Марченко // Вопр. ихтиологии. – 2005. – Т. 45. – № 4. – С. 489-501.

1. Volobuev V.V. Population structure of the chum salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum) of the continental coast of the Sea of Okhotsk / V.V. Volobuev, L.T. Bachevskaya, M.V. Volobuev, S.L. Marchenko // Vopr. ichthyology. – 2005. – Vol. 45. – No. 4. – Pp. 489-501.
2. Горохов М.Н. Основные элементы биологической структуры тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* (Salmoniformes, Salmonidae) Магаданского региона в начале 21-го века. / М.Н. Горохов, В.В. Волобуев, А.В. Ямборко, А.А. Смирнов // Вопросы рыболовства. – 2020. – Т. 21, № 2. – С. 131-155.
2. Gorokhov M.N. The main elements of the biological structure of Pacific salmon of the genus *Oncorhynchus* (Salmoniformes, Salmonidae) Magadan region at the beginning of the 21st century. / M.N. Gorokhov, V.V. Volobuev, A.V. Yamborko, A.A. Smirnov // Questions of fisheries. – 2020 – Vol. 21, No. 2. – Pp. 131-155.
3. Марченко С.Л. Кета *Oncorhynchus keta* (Walbaum) материкового побережья Охотского моря. Сообщение 1. Производители /Биологические ресурсы. // Изв. ТИНРО. – 2022. – Т. 202. – Вып. 3 – С. 499-520.
3. Marchenko S.L. Keta *Oncorhynchus keta* (Walbaum) of the mainland coast of the Sea of Okhotsk. Message 1. Producers / Biological resources. // Izv. TINRO. – 2022. – Vol. 202. – Issue 3 – Pp. 499-520.
4. Хованская Л.Л. Научные основы лососеводства в Магаданской области. Магадан: МагаданНИРО, 2008. – 167 с.
4. Khovanskaya L.L. Scientific foundations of salmon farming in the Magadan region. Magadan: MagadanNIRO, 2008. – 167 p.
5. Гриценко О.Ф. Экология и воспроизведение кеты и горбушки. / О.Ф. Гриценко, А.А. Ковтун, В.К. Косткин – М.: Агропромиздат, 1987. – 166 с.
5. Gritsenko O.F. Ecology and reproduction of chum salmon and pink salmon. / O.F. Gritsenko, A.A. Kovtun, V.K. Kostkin – M.: Agropromizdat, 1987. – 166 p.
6. Хованская Л.Л. Руководство по искусственному разведению тихоокеанских лососей на рыбоводных заводах Магаданской области. / Л.Л. Хованская, Б.П. Сафоненков, Е.А. Фомин – Магадан: Кордис, 2014. – 147 с.
6. Khovanskaya L.L. Manual on artificial breeding of Pacific salmon at fish hatcheries of the Magadan region. / L.L. Khovanskaya, B.P. Safronenkov, E.A. Fomin – Magadan: Kordis, 2014. – 147 p.
7. Любаева Т.Н., Любаев В.Я., Сидорова С.В. Формирование заводских популяций кеты и их вселение в естественную среду (на примере Охотского ЛРЗ) // Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей. – Сб. науч. докл. российско-американской конф. по сохранению лососевых. – Хабаровск, 2000. – С. 70-79.
7. Lyubaeva T.N., Lyubaev V.Ya., Sidorova S.V. Formation of factory populations of chum salmon and their introduction into the natural environment (on the example of the Okhotsk LRZ) // Issues of interaction of natural and artificial salmon populations. – Sat. scientific dokl. Russian-American conference on salmon conservation. – Khabarovsk, 2000. – Pp. 70-79.
8. Хованская Л.Л. Биолого-физиологическая характеристика молоди кеты природного и искусственного происхождения на водоемах и рыбоводных заводах Магаданской области // Состояние рыбоводственных исследований в бассейне Северной части Охотского моря. / Л.Л. Хованская, Н.Н. Игнатов, Е.А. Рябуха, Б.П. Сафоненков – Сб. науч. трудов МагаданНИРО, 2004. – Вып. 2. – С. 343-358.
8. Khovanskaya L.L. Biological and physiological characteristics of juvenile chum salmon of natural and artificial origin in reservoirs and fish hatcheries of the Magadan region // The state of fisheries research in the basin of the Northern part of the Sea of Okhotsk. / L.L. Khovanskaya, N.N. Ignatov, E.A. Ryabukha, B.P. Safronenkov – Collection of scientific works of MagadanNIRO, 2004. – Issue 2. – Pp. 343-358.
8. Khovanskaya L.L. Biological and physiological characteristics of juvenile chum salmon of natural and artificial origin in reservoirs and fish hatcheries of the Magadan region // The state of fisheries research in the basin of the Northern part of the Sea of Okhotsk. / L.L. Khovanskaya, N.N. Ignatov, E.A. Ryabukha, B.P. Safronenkov – Collection of scientific works of MagadanNIRO, 2004. – Issue 2. – Pp. 343-358.



## Научно-производственная компания «АКВАТЕХ» новый лидер в производстве стартовых кормов для молоди тихоокеанских лососей

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-91-95

Доктор биологических наук  
Зелеников О.В. – доцент  
кафедры «Ихтиология  
и гидробиология»  
Биологического факультета  
Санкт-Петербургского  
государственного университета;

Мякишев М.С. – начальник  
Отдела воспроизводства водных  
биоресурсов Сахалинского  
филиала ФГБУ «Главрыбвод»

@ oleg\_zelennikov@rambler.ru

THE COMPANY «AQUATEX» IS A NEW LEADER IN PRODUCTION  
OF STARTED FEEDS FOR JUVENILE PACIFIC SALMON

Doctor of Biological Sciences O.V. Zelennikov – Associate Professor of the Department of Ichthyology and Hydrobiology of the Biological Faculty of St. Petersburg State University; Myakishev M.S. – Head of the Department of Reproduction of Aquatic Biological Resources of the Sakhalin branch of the Federal State Budgetary Institution "Glavrybvod"

We analyzed the feeding efficiency of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*), chum salmon (*O. keta*), masu salmon (*O. masu*) and coho salmon (*O. kisutch*) juveniles at the federal fish hatcheries of Sakhalin during seven fish breeding cycles using starter feeds from «Aller Aqua» (Denmark) and «Aquatech» (Russia). It was established that the feed coefficient when using Russian-made feed was lower at all enterprises and when growing juveniles of each salmon species. In addition to the quality of the feed itself, this may be due to the combined effect of two factors, firstly, with the use of special feeds with biologically active additives to stimulate immunity at the initial stages of feeding, and secondly, with the presentation of feeds in two flotation options «conditionally floating» or slowly sinking and «floating» or floating, as well as the selection by experience for each enterprise of the most suitable option.

### ВВЕДЕНИЕ

Хорошо известно, что производство многокомпонентных стартовых кормов для молоди лососевых рыб требует не только использования высококачественного сырья, но и многоступенчатого процесса его подготовки, при сопровождении жестким контролем. К сожалению, в 90-е годы прошлого века дефицит качественных компонентов и, в первую очередь, рыбной муки,

а также зачастую весьма вольное следование разработанной рецептуре приводили к потере качества производимой продукции. В результате рыбоводы и рыбопромышленники предпочитали обеспечивать свои предприятия продукцией тех компаний, которые зарекомендовали себя как производители кормов со стабильным качеством, а это, главным образом, иностранные компании. Так, к началу XXI века

**Ключевые слова:**  
Сахалинская область,  
рыбоводные заводы,  
горбуша, кета, сима, кижуч,  
стартовый корм

**Keywords:**  
Sakhalin region, fish farms,  
pink salmon, chum salmon,  
masou salmon, coho salmon,  
starter feed

в России практически отсутствовало отечественное производство кормов для молоди лососевых рыб, и на предприятиях, выращивающих, как товарную форель, так и молодь проходных видов, для пастбищного рыбоводства использовали корма зарубежных компаний, таких как «Bio Mar», «Aller Aqua», «Coppens» и других.

Вместе с тем, и в нашей стране не прекращались попытки создания качественного корма для молоди лососевых. Наибольшего успеха в этом направлении достигла Научно-производственная компания «АКВАТЕХ» (рис. 1), созданная в Новосибирской области.

В 2018 г. компания стала победителем аукциона на поставку корма для федеральных рыбоводных заводов Сахалинского филиала ФБГУ «Главрыбвод». При этом специалисты компании, фактически взяя на себя ответственность за возрождение в России самой отрасли производства кормов для молоди лососей в период масштабного развития мировой аквакультуры, не только произвели корма, но и вместе с рыбоводами работали на предприятиях, «адресно подстраивая» эти корма для



**Рисунок 1.** НПК «Акватех». Стенд на «V Global Fishery Forum & Seafood Expo Russia 2022». Санкт-Петербург, 21-23 сентября 2022 года

**Figure 1.** NPK «Aquatech». Stand at the "V Global Fishery Forum & Seafood Expo Russia 2022". St. Petersburg, September 21-23, 2022

выращивания молоди лососей на предприятиях с разными гидрологическими и термическими условиями. Проявив себя заинтересованным производителем, ответственным за конечный результат работы рыбоводных предприятий, компания НПК «АКВАТЕХ» выиграла аукционы для кормления молоди на сахалинских заводах и в следующие три года. Таким образом, к настоящему времени завершились уже четыре полных цикла выращивания молоди с использованием стартовых кормов российского производства. Цель нашей работы сравнить эффективность кормления молоди всех видов тихоокеанских лососей на заводах Сахалинской области стартовыми кормами НПК «АКВА-

Анализировали эффективность кормления молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*), кеты (*O. keta*), симы (*O. masu*) и кижуч (*O. kisutch*) на федеральных рыбоводных заводах Сахалина в течение семи рыбоводных циклов, при использовании стартовых кормов компаний «Aller Aqua» (Дания) и НПК «АКВАТЕХ» (Россия). Установили, что кормовой коэффициент, при использовании кормов российского производства, оказался ниже на всех предприятиях и при выращивании молоди каждого из видов лососей. Помимо качества самих кормов, это может быть связано с совокупным действием двух факторов: во-первых, с применением на начальных этапах кормления специальных кормов с биологически активными добавками для стимуляции иммунитета, во-вторых, с представлением кормов в двух вариантах флотации «условно-флотирующих» или медленно тонущих и «флотирующих» или плавающих, а также – подбора опытным путем для каждого предприятия наиболее подходящего варианта.

«TEX» в течение последних четырех лет и эффективностью кормления в течение трех предыдущих рыбоводных циклов.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для работы послужили данные выращивания молоди горбуши, кеты, симы и кижуча на 12 рыбоводных заводах Сахалинского филиала ФБГУ «Главрыбвод» в течение последних семи лет. В период с 2016 по 2018 гг. молодь на всех заводах выращивали, используя корма компании «Aller Aqua» (Дания), а в период с 2019 по 2022 гг. – корма НПК «АКВАТЕХ» (Россия). Корма российского производства были представлены в двух вариантах: ЭСКТЛ 60/11, в маркировке которого цифры 60 и 11 указывают на содержание соответственно протеина и жира, и ЭСКТЛи 62/10, в маркировке которого буква «и» указывала на наличие иммуностимулятора. Корм с иммуностимулятором применяли для перевода личинок на внешнее питание. В составе иммуностимулятора присутствовали культуры бактерий *Bacillus subtilis* и *B. licheniformis*, ферменты протеаза, ксиланаза, В-глюканаза, целлюлаза, и маннаноолигосахариды из клеточных стенок дрожжей. Оба вида корма были произведены с разными флотирующими свойствами. Один из них «условно-флотирующий» или медленно-тонущий (скорость погружения 2-4 см/сек). Один килограмм этого корма фракции 1,0-1,5 мм занимает объем 1,65 литра. Второй корм – «флотирующий» или плавающий, его объем при массе в один килограмм занимает 2,76 литра.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Представление полученных данных следует начать с информации о том, что в последние годы в Сахалинской области кардинально поменялась стратегия воспроизводства молоди лососей. Изначально основным объектом выращивания была молодь горбуши. Поскольку улов этого лосося на

Дальнем Востоке России и ранее, и сейчас в среднем в год превышает улов всех остальных видов тихоокеанских лососей вместе взятых, предполагалось, что именно при выращивании молоди горбуши будет получен наибольший экономический эффект. К тому же первоначально молодь горбуши на сахалинских заводах не кормили, выпуская непосредственно после подъема на плав, что давало возможность значительно увеличивать ее численность. Однако, поскольку все, построенные после 1991 г рыбоводные заводы являются частными, а горбуша известна своей особенностью широко расселяться от места воспроизводства [1], то постепенно основным объектом выращивания стала молодь кеты, воспроизводство которой в промысловом плане оказалось наиболее рентабельным [2], особенно при кормлении в традиционных для Сахалинской области бетонных каналах (рис. 2). В результате, например, в 2017 г. молодь кеты в Сахалинской области выращивали на 48 рыбоводных заводах, а молодь горбуши только на 22, при этом всего лишь на четырех предприятиях горбуши была единственным объектом выращивания.

Согласно этой тенденции и федеральные заводы Сахалинской области, изначально предназначенные для воспроизводства молоди горбуши, либо полностью (Соколовский, Березняковский), либо преимущественно (Лесной, Таранайский, Урожайный, Курильский), проводя реконструкцию, переходили на воспроизводство молоди кеты. К настоящему времени на Сахалине среди федеральных предприятий, только Анивский и Пугачевский ЛРЗ в значительном количестве воспроизводят молодь горбуши. Анивский ЛРЗ является одним из самых холодноводных предприятий, на котором температура воды в течение четырех месяцев составляет около 0,2°C, в результате и начинают кормить молодь горбуши в середине мая и выпускают в начале июня, при наименьшей сумме набранного тепла (табл.). На примере этого предприятия отметим, что там, где грунтовые воды для выращивания молоди не используют или применяют в ограниченном объеме, данные по сумме набранного тепла в разные годы могут существенно различаться. Так, весной 2022 г. был период аномально высокой температуры воздуха. В результате к началу кормления и выпуску молодь набрала на 100 градусов больше, чем в предыдущие годы (табл.). Однако это обстоятельство никак не отразилось на массе рыб. Это объясняется тем, что дополнительные градусо-дни молодь может набрать за несколько дней, тогда как рост рыб оказывается более консервативным процессом. Таким же холодноводным является Пугачевский ЛРЗ. И хотя кормить и выпускать молодь на этом предприятии начинают при большей сумме набранного тепла, чем на Анивском ЛРЗ, все-таки делают это в более поздние сроки, что связано с динамикой прогрева воды в прибрежье. Еще два завода, на которых выращивают молодь горбуши – Таранайский и Урожайный ЛРЗ обеспечены грунтовой водой, что позволяет выращивать продукцию при более высокой температуре. Оценивая кормовой коэффициент, при выращивании молоди горбуши, мы можем видеть,

что он существенно различался, однако в течение последних четырех лет был ниже, чем в предшествующие годы (табл.).

Из всех федеральных предприятий, предназначенных для воспроизводства молоди кеты, Урожайный и Ясноморский ЛРЗ являются наиболее холодноводными. Температура воды на них в зимние месяцы опускается до 0,3-0,5°C. Но поскольку производительность обоих заводов является небольшой, то наличный объем грунтовой воды позволяет не опускать температуру воды в зимние месяцы ниже 0,5°C. В результате сумма градусо-дней, которую молодь кеты набирает до начала кормления оказывается ниже, чем на всех остальных предприятиях.

Следующие четыре завода – Калининский, Сокольниковский, Соколовский и Таранайский являются обычными для воспроизводства молоди кеты. Температура воды на них практически не опускается ниже 1°C, молодь перед кормлением набирает около 800 градусо-дней, а температурный режим позволяет начать кормление раньше, чем на холодноводных заводах – в середине-конце апреля. При этом сроки выпуска молоди весьма различаются. Если на первых двух заводах, расположенных в юго-западной части Сахалина, мальков выпускают в начале июня, то на Соколовском заводе, расположенном в юго-восточной части острова – в конце июня - начале июля. Буюковский ЛРЗ также относится к предприятиям с обычными термическими условиями. Однако кормить рыб на этом заводе начинают при значительной сумме накопленного тепла – 829,5-886,2 градусо-дня и только в середине - конце мая, а выпускают в конце июня - в начале июля (табл.). Это объясняется тем, что завод расположен на притоке крупнейшей на Сахалине реки – Поронай, и находится по рус-



**Рисунок 2.** Пример бетонных каналов, в которых на рыбоводных заводах Сахалинской области выращивают молодь тихоокеанских лососей. Постановка на выклев икры кеты на пластиковых поддонах

**Figure 2.** An example of concrete channels in which juvenile Pacific salmon are grown at fish hatcheries in the Sakhalin Region. Hatching of chum salmon eggs on plastic pallets

**Таблица.** Некоторые параметры выращивания молоди тихоокеанских лососей на федеральных рыбоводных заводах Сахалинской области (\* - кормовой коэффициент) /   
**Table.** Some parameters of raising juvenile Pacific salmon at the hatcheries of the Sakhalin region (\* - feed coefficient)

Завод	Годы	Начало кормления				Выпуск			Молоди млн. шт.	КК*
		Дата	Сут.	Гра-дусо дней	Масса рыб, мг	Дата	Гра-дусо дней	Масса рыб, мг		
<b>ГОРБУША</b>										
Анивский	2016-18	15.05	238,5	601,2	219,8	06.06	798,5	288,7	17,1997	0,95
	2019-21	08.05	237,2	653,8	214,1	02.06	854,3	289,3	22,5007	0,63
	2022	10.05	240,0	747,8	214,1	02.06	938,7	286,0	17,8105	0,70
Пугачевский	2016-20	23.05	251,5	710,9	219,7	15.06	902,6	295,3	20,1206	0,93
	2021-22	17.05	245,6	728,7	211,4	15.06	923,4	308,5	15,0695	0,92
Таранайский	2016-18	18.05	243,3	748,7	240,2	04.06	853,7	300,3	8,4801	0,81
	2019-22	09.05	240,5	795,3	212,7	31.05	967,3	289,3	8,2433	0,80
Урожайный	2016-17	02.05	243,3	693,6	237,7	04.06	934,0	330,1	2,7086	1,09
	2019-22	01.05	250,7	840,4	247,1	02.06	1051,8	322,0	4,6620	0,91
<b>КЕТА</b>										
Урожайный	2016-18	13.05	242,3	737,4	350,7	29.06	1226,1	1060,0	10,1031	0,81
	2019-22	30.04	228,8	771,2	312,9	14.06	1121,7	841,7	7,2667	0,71
Ясноморский	2016-18	11.05	233,0	767,8	368,6	16.06	1042,4	757,0	9,1743	0,80
	2019-22	03.05	223,8	835,0	320,5	14.06	1183,3	767,7	9,0162	0,72
Калининский	2016-18	22.04	224,1	828,2	352,7	06.06	1098,0	852,1	33,540	0,73
	2019-22	13.04	209,1	782,4	312,6	31.05	1089,5	843,9	27,185	0,70
Соколовский	2016-17	02.05	214,4	799,8	335,4	01.07	1162,3	861,3	13,3323	0,74
	2019-22	26.04	214,6	811,8	305,4	21.06	1112,2	834,3	7,5905	0,68
Сокольниковский	2016-18	24.04	219,5	831,6	349,1	04.06	1084,5	851,6	20,1873	0,77
	2019-22	15.04	209,4	817,4	320,5	04.06	1082,1	848,8	14,5058	0,74
Таранайский	2016-18	25.04	217,8	855,6	363,4	14.06	1163,1	825,0	10,4067	0,91
	2019-22	18.04	206,8	848,7	312,7	03.06	1130,4	822,3	10,4887	0,76
Буюковский	2016-18	21.05	236,7	849,4	313,5	30.06	1135,7	848,2	19,7340	0,73
	2019-22	16.05	233,5	873,8	298,9	29.06	1151,2	827,6	20,6500	0,70
Побединский	2016-18	04.05	221,0	876,2	318,4	29.06	1181,0	850,2	10,4233	0,73
	2019-22	24.04	211,8	858,5	307,5	24.06	1160,7	851,4	10,3320	0,69
Березняковский	2016-18	21.04	200,5	842,2	328,8	28.06	1274,0	1056,9	11,9167	0,73
	2019-22	20.04	210,3	844,4	309,4	23.06	1231,5	1078,3	9,2277	0,68
Адо-Тымовский	2016-18	18.04	205,0	994,0	318,1	22.06	1296,4	889,3	19,1760	0,73
	2019-22	04.04	195,6	975,7	301,7	16.06	1311,5	880,8	16,2037	0,67
<b>СИМА</b>										
Урожайный	2016-17	27.04	244,0	696,7	293,7	07.07	1323,4	1780,6	0,1772	0,70
	2019-22	25.04	240,8	787,6	318,6	09.07	1426,4	1815,6	0,1455	0,70
<b>КИЖУЧ</b>										
Буюковский	2016-18	31.03	175,3	772,0	244,0	04.06	1287,5	1672,5	0,6796	0,90
	2019-22	28.03	173,2	785,0	241,3	27.06	1237,0	1630,7	0,5664	0,76
Адо-Тымовский	2016-18	30.03	168,7	781,7	224,4	12.07	1280,2	1520,1	0,3675	0,69
	2019-22	17.03	160,5	797,6	237,0	13.07	1367,6	1663,5	0,3470	0,64

лу рек от устьевой зоны дальше, чем все остальные предприятия – около 130 км. Таким образом, режим кормления и выпуск молоди на нем предложены в соответствии с динамикой нерестовой миграции производителей и ската природной молоди. Оценивая эффективность кормления молоди кеты, мы можем видеть, что на наиболее холодноводных заводах кормовые коэффициенты в среднем различались более существенно, чем на заводах с обычными термическими условиями. Однако на всех предприятиях кормовой коэффициент при выращивании рыб в течение последних четырех лет был ниже, чем в предшествующие годы (табл.).

Остальные три завода: Побединский, Березняковский и Адо-Тымовский являются самыми тепловодными, при наибольшем объеме использования грунтовых вод. Казалось бы, количественные показатели для молоди Побединского ЛРЗ были практически такими же, как и для молоди Буюковского ЛРЗ.

С одной стороны, это представляется логичным, поскольку оба завода находятся недалеко друг от друга, расположены на притоках р. Поронай и функционируют с учетом цикла развития кеты этого крупнейшего водотока Сахалина. Однако, с другой стороны, сходная сумма градусо-дней к началу кормления и выпуска была набрана при разной динамике температур. Если на Буюковском ЛРЗ температура воды с 10-12°C осенью в зимние месяцы опускалась до 1,5°C, то на Побединском ЛРЗ она составляла 4-6°C, практически, в течение всего года. С Березняковского ЛРЗ молодь выпускали при сумме градусо-дней более 1200 (табл.). Самым же тепловодным из федеральных рыбоводных заводов является Адо-Тымовский ЛРЗ. Кормить молодь на этом предприятии начинали в первой половине апреля и даже в конце марта, при сумме набранного тепла более 950 градусо-дней, а выпускали при сумме около 1300 градусо-дней. Отметим, что Адо-Тымовский – единственный

завод, на котором температура воды, при выращивании молоди в осенние и зимние месяцы (сентябрь-март), в среднем 4,98°C, и была выше, чем температура в период кормления (апрель-июнь) – 4,46°C, поскольку большой объем грунтовых вод замедлял ее естественный сезонный прогрев. Кормовой коэффициент на всех трех тепловодных кетовых заводах, как и на остальных предприятиях, в 2019-22 гг. был ниже, чем в период 2016-2018 гг. (табл.).

Помимо горбуши и кеты, на федеральных заводах Сахалинской области в течение последних семи лет в небольшом объеме воспроизводили молодь симы и кижуч. Молодь симы в заметном количестве выращивали на Урожайном ЛРЗ при температурном режиме близком к тому, при котором воспроизводят молодь горбуши, кормить личинок начинали в конце апреля. Молодь кижуча выращивали только на Буюковском и Адо-Тымовском ЛРЗ при температурном режиме близком к тому, при котором воспроизводят молодь кеты, кормить личинок начинали в конце марта - начале апреля. Молодь обоих видов выращивали до конца июня - начала июля и выпускали при массе более 1500 мг. Как и в случае с остальными видами, при кормлении молоди симы и кижуча кормовые коэффициенты, при выращивании в течение последних 4 лет, оказались ниже, чем в предшествующие годы (табл.).

По совокупности приведенных данных мы можем видеть, что молодь горбуши на федеральных заводах Сахалина воспроизводят при наиболее холодноводных режимах и в сравнительно сходных условиях. В отличие от горбуши, условия для воспроизводства молоди кеты оказываются более разнообразными, главным образом, в связи с режимом и объемом использования грунтовых вод. На условно холодноводных заводах температура воды оказывается минимальной в зимние месяцы и наиболее высокой в мае-июне. На тепловодных заводах перепады температуры оказываются меньше, вплоть до фактически сходной температуры, при содержании молоди в осенне-зимние и весенне-летние месяцы.

Полученные данные свидетельствуют о том, что, при выращивании молоди всех четырех видов, на всех рыбоводных заводах кормовой коэффициент в течение последних четырех лет в среднем был ниже, чем в предшествующие годы. Можно полагать, что этот результат был обеспечен сочетанием двух факторов, действующих совокупно. Во-первых, при переводе молоди с эндогенного питания на искусственное вскармливание применяли корм с иммуностимулятором, что способствовало уменьшению отхода и более быстрому переходу молоди на питание комбинированным кормом. Во-вторых, оказалось, что на разных заводах, зачастую внешне со сходными условиями, одинаково хороший результат был получен при использовании кормов с разной плавучестью. Более продуктивный корм для каждого предприятия был выявлен рыбоводами опытным путем. Оказалось, что для воспроизводства молоди горбуши на всех предприятиях лучший результат был получен при использовании плавающего корма. При воспроизводстве молоди кеты предпочтения разделились

примерно поровну. Так, на Урожайном, Калининском, Сокольниковском и Побединском ЛРЗ лучший результат был получен при использовании медленно тонущего корма, тогда как на остальных предприятиях более высокая скорость роста молоди на единицу корма была получена при использовании плавающего корма.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По совокупности полученных результатов мы можем заключить, что продукция, произведенная компанией НПК «АКВАТЕХ», при кормлении молоди тихоокеанских лососей, по меньшей мере не уступала продукции датской компании, используемой ранее, а при сравнении кормовых коэффициентов ее пре-восходила. Показав заинтересованность и хороший результат уже в 2019 и 2020 гг., компания не только завоевала доверие специалистов государственных предприятий, но и обратила на себя внимание рыболовов и владельцев частных рыбопромысловых компаний. В результате, в 2021 г. перешли на использование корма этой компании на рыбоводных заводах таких предприятий, как ООО ЛРЗ «ДОРИМ», ООО «РЫБАК», ООО ЛРЗ «ПАВИНО», ООО ЛРЗ «НЕРЕСТ» и ряда других, а в 2022 г – на предприятиях ООО «КАНИФ» и, в режиме производственного эксперимента, на предприятиях ЗАО «Курильский рыбак» (о. Итуруп). Таким образом, в течение нескольких лет, конкурируя не только с продукцией зарубежных компаний, но и борясь с предубеждением рыболовов и рыбопромышленников, компания НПК «АКВАТЕХ» осваивала рынок кормления молоди тихоокеанских лососей, и в настоящее время по праву заняла лидирующую позицию среди производителей кормов в этом сегменте после того, как зарубежные компании, и в том числе компания «Aller Aqua» ушли с Российского рынка.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **О.В.Зеленников** – идея работы, сбор и анализ данных, написание статьи; **М.С.Мякишев** – сбор и анализ данных.

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Contribution to the work of the authors: **O.V.Zelennikov** – the idea of the work, data collection and analysis, writing an article; **M.S.Myakishev** – data collection and analysis.*

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Мякишев, М.С. К вопросу о мечении молоди лососей и эффективности работы рыбоводных заводов / М.С. Мякишев, М.А. Иванова, О.В. Зеленников // Биология моря. – 2019. – Т. 45, № 5. – С. 342-348.
1. **Myakishev, M.S. On the issue of tagging young salmon and the efficiency of fish hatcheries / M.S. Myakishev, M.A. Ivanova, O.V. Zelennikov // Biology of the sea. – 2019. – Vol. 45, No. 5. – Pp. 342-348.**
2. Хованский, И.Е. Эколо-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства: на примере искусственного разведения тихоокеанских лососей на Северном побережье Охотского моря: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. / Хованский И.Е. – Хабаровск, 2005. – 48 с.
2. **Khovansky, I.E. Ecological, physiological and biotechnological factors of salmon farming efficiency: on the example of artificial breeding of Pacific salmon on the Northern coast of the Sea of Okhotsk: Abstract. dis. ... doct. biol. sciences. / Khovansky I.E. – Khabarovsk, 2005. – 48 p.**

# Эффективность использования солевого раствора при искусственном осеменении икры радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (Waibaum, 1972) и ладожской палии *Salvelinus alpinus lepechini* (Gmelin, 1788)

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-96-100

Кандидат биологических наук  
**Н.И. Шиндавина** – ведущий  
научный сотрудник лаборатории  
селекции рыб

**А.Г. Моеев** – начальник  
рыбоводного участка

Кандидат биологических наук  
**В.Я. Никандров** – ведущий  
научный сотрудник лаборатории  
селекции рыб

Федеральный селекционно-  
генетический центр рыбоводства  
(ФСГЦР филиал ФГБУ  
«Главрыбвод»), пос. Ропша,  
Ленинградская область

✉ fsgzr.lo@yandex.ru

**Ключевые слова:**  
радужная форель,  
палия, солевой раствор,  
подвижность спермиев,  
полостная жидкость,  
уровень оплодотворения

**Keywords:**  
rainbow trout, palia, saline  
solution, sperm motility,  
ovarian fluid, fertilization rate

EFFICIENCY OF USE OF SALINE SOLUTION AT THE ARTIFICIAL INSEMINATION  
OF EGGS OF RAINBOW TROUT *ONCORHYNCHUS MYKISS* (WAIBAUM, 1972)  
AND LADOGA LAKE PALIA *SVELINUS ALPINUS LEPECHINI* (GMELIN, 1788)

Candidate of Biological Sciences **N.I. Shindavina** – Leading researcher  
of the Fish Breeding Laboratory;

**A.G. Moseev** – Head of the Fish Breeding site;  
Candidate of Biological Sciences **V.Ya. Nikandrov** – leading researcher  
of the Fish Breeding Laboratory

*Federal Breeding and Genetic Center of Fish Farming (FSGCR branch of FSBI "Glavrybvod")*,  
village Ropsha, Leningrad region

In order to increase the level of fertilization of eggs, the effect of buffer  
solution on sperm activity and the effectiveness of its use as a medium for  
insemination eggs of rainbow trout which was grown in conditions of flowing  
water and in recirculation aquaculture system (RAS), as well as Ladoga palia,  
were tested. In male trout and palia, the number of motile spermatozoa and  
their activity were higher in solution than in water. In trout which was grown  
in running water, the percentage of eggs fertilization increased significantly  
when use solution only in cases when the eggs were contaminated with the  
contents of burst eggs. In fish grown in the RAS, the replacement of water  
with a buffer solution increased the level of fertilization in all test variants,  
regardless of the presence or absence of contamination of the eggs. In Ladoga  
palia, the result of insemination was the same in water and in solution.

## ВВЕДЕНИЕ

В природных популяциях уро-  
вень оплодотворения икры опре-  
деляется, главным образом, каче-  
ством половых продуктов самок и  
самцов, участвующих в нересте.  
При заводском разведении рыб  
этот показатель зависит от взаи-  
модействия трех факторов: готов-  
ности яйцеклеток к оплодотворе-

нию, оплодотворяющей способ-  
ности сперматозоидов и биотех-  
ники осеменения.

Во время ручного отщекива-  
ния самок возможно попадание  
в икру различных примесей  
в виде крови, мочи и фекалий.  
Эти виды загрязнений, как вы-  
яснилось, не оказывали замет-  
ного влияния на результат осе-

менения икры, если только загрязнение не было слишком сильным [1]. К самым опасным приме-сям относят содержимое икринок, разрушающих-ся во время отцеживания или перемешивания больших объемов икры. Исследования показали, что даже незначительное количество содержимого яйцеклеток препятствовало нормальному опло-дотворению, а при разрушении более 1% икринок оплодотворяемость могла снизиться до нулевого уровня [2]. Для устранения негативного влияния загрязнения используют специально разработан-ные солевые растворы. Их эффективность была убедительно показана в исследованиях, проведенных на радужной форели [2; 3; 1;4].

В селекционно-генетическом центре рыбовод-ства (Ленинградская обл.) с 2008 г., наряду с тра-диционными методами выращивания рыб в про-точной воде, используют УЗВ – установку замкну-того водоснабжения [5]. Для повышения экономи-ческой эффективности рыбоводства выращивают однополое женское потомство, используя самцов-реверсантов.

В 1999 г. были начаты работы по заводскому воспроизводству ладожской палии. Потомков заво-дских производителей ежегодно выпускают в Ладожское озеро. Одновременно разрабатываетя-ся технология товарного разведения палии.

Цель нашей работы состояла в решении двух задач: во-первых, в оценке влияния буферного раствора на подвижность сперматозоидов генети-ческих и реверсивных самцов радужной форели, выращенной в условиях проточной прудовой воды и УЗВ, а также самцов заводского стада ладожской палии; вторая задача заключалась в проверке эф-фективности использования буферного раствора в качестве среды для осеменения икры.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКИ

Работу проводили в Федеральном селекцион-но-генетическом центре рыбоводства (пос. Ропша, Ленинградская обл.) в 2014-2015 гг. и в 2018-2019 годы.

Объектами исследования послужили:

- самки и самцы радужной форели породы Рофор [6] трехгодовалого возраста, которых содержали в бетонированных прудах с проточной речной во-дой в условиях естественного освещения. Средне-месячная температура воды менялась в пределах 7-17°C в весенне-летний период и 3-7°C – в осенне-зимний сезон.

- четырехгодовалые самки и трехгодовалые сам-цы-реверсанты радужной форели, селекционируе-мой на создание породы для разведения в УЗВ [5]. Весь цикл выращивания рыб проходил в закрытом помещении при искусственном освещении. Темпе-ратура воды не имела сезонных колебаний и под-держивалась на постоянном уровне:  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

- пятигодовалые самки и четырехгодовалые самцы ладожской палии III поколения заводского разведения [7; 8]. Производителей выращивали в закрытом помещении в проточных бассейнах с ключевым водоснабжением. Температура воды в зимние месяцы менялась в пределах от 4,5 до 8°C, в весенне-летние – от 6 до 14°C.

В целях повышения уровня оплодотворения икры провелили влияние буферного раствора на ак-тивность сперматозоидов и эффективность его использования в качестве среды для осеменения икры радужной форели, выращенной в условиях проточного и замкнутого водоснабжения, а так-же – ладожской палии. У самцов форели и палии количество подвижных сперматозоидов и их ак-тивность были выше в растворе, чем в воде. У форели, содержащейся на проточной воде, процент оплодотворения икры при осеменении в растворе значительно повышался лишь в тех случаях, когда икра была загрязнена содержимым лопнувших яй-цеклеток. У рыб, выращенных в УЗВ, замена воды буферным раствором повышала уровень оплодот-ворения во всех вариантах проверки, независи-мо от наличия или отсутствия загрязнения икры. У ладожской палии результат осеменения был оди-наковым в воде и в растворе.

На первом этапе работ проводили индивидуаль-ную оценку самцов по активности сперматозоидов в воде и буферном растворе. В качестве испытуе-мого раствора использовали солевой раствор, наи-более часто применяемый в зарубежном форелев-водстве и известный под названием D532 [9]. В его состав входят: 24,2 г Трис + 22,5 г глицина + 1,1 г  $\text{CaCl}_2$  + 73,1 г  $\text{NaCl}$  на 10 л дистиллированной  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{pH}=9,0$ ). Контролем служила вода, поступающая в инкубационный цех. Раствор готовили в день его аprobации, затем выравнивали температуру рас-твора с температурой воды.

Сперму отдельно взятых самцов оценивали по двум показателям: продолжительности поступа-тельного движения (с), и количестве активных спермиев (%). Активность измеряли с помощью секундометра, процент подвижных спермиев опре-деляли визуально в поле зрения микроскопа. Для оценки были взяты случайные выборки из 24 экз. самцов форели Рофор, 50 самцов-реверсантов и 18 самцов палии.

На втором этапе работ у каждой испытуемой самки перед осеменением икры проводили тести-рование полостной жидкости на наличие в икре со-держимого лопнувших яйцеклеток. Для этого в не-большую порцию полостной жидкости, собранной в процессе ручного отцеживания, добавляли такое же количество воды. В случае загрязнения икры в прозрачной среде тотчас появлялась белесоватая мутность [4; 10].

Заключительным этапом работ являлась про-верка эффективности использования буферного раствора в качестве среды для осеменения икры.

При испытании раствора у форели Рофор и ла-дожской палии были индивидуально оценены по 11-ти самок случайной выборки. От каждой самки брали по две небольшие порции икринок (300-400 шт.), одну из которых осеменяли в воде, вто-рую – в растворе. Икру, полученную от всех самок, осеменяли одной смесью спермы. Каждую порцию икры инкубировали отдельно.

У форели, выращенной в УЗВ, эксперименты проводили в условиях производственной инкубации. У каждой из 20 испытуемых самок икру делили по весу на две равные порции, одну из которых осеменяли с водой, другую – с буферным раствором. В каждом варианте обе порции икры осеменяли одной и той же свежеприготовленной смесью спермы от 8-10 самцов.

Температура воды при инкубации икры форели Рофор была постоянной:  $6 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ . В цехе УЗВ икра форели развивалась при температуре воды  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Для оценки результатов осеменения икры использовали показатель процента оплодотворения, который определяли на 10 сутки инкубации при  $6^{\circ}\text{C}$  и на 7 сутки – при  $10^{\circ}\text{C}$ , в период обрастания желтка бластодермой зародыша. Пробу из 50-70-ти икринок помещали в спиртово-уксусную смесь (3:1) для просветления оболочки и визуально определяли количество развивающихся зародышей, которое соотносили с общим количеством икринок в пробе (%).

Всего было исследовано 92 экз. самцов, 40 самок и 75,4 тыс. шт. икры.

Статистический анализ данных проводили по стандартным методикам [11].

### РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

**Характеристика подвижности сперматозоидов.** Оценка самцов форели Рофор показала, что у 96% рыб сперма была подвижной, как в воде, так и в растворе. Оба критерия оценки подвижности сперматозоидов, характеризовались более высокими показателями в растворе по сравнению с водой (табл. 1). При этом различия между вариантами по

продолжительности активного состояния спермииев были достоверными ( $p=0,05$ ).

Согласно исходным данным, у большинства самцов (65%) сперматозоиды двигались дольше в растворе, у 22% – дольше в воде, а у 13% самцов в воде и в растворе подвижность была одинаковой. В одном случае все спермии были неподвижны в воде, а в растворе проявили активность 35% гамет.

В ходе эксперимента сперму одного из самцов, у которых 100% сперматозоидов были активными в воде и в растворе в течение 23 и 29 секунд, соответственно, оставили на хранение в пробирке. Через 2,5 часа активность гамет в воде была нулевая, в растворе – 30% спермииев были подвижными в течение 13 секунд.

Результаты оценки инвертированных самцов, выращенных в условиях УЗВ, представлены в таблице 2. Продолжительность движения и доля активных спермииев были выше в растворе, по сравнению с водой при уровнях достоверности  $p=0,001$  и  $p=0,01$ , соответственно. Согласно исходным данным, у 22% рыб подвижность гамет в воде была нулевой.

По сравнению с самцами форели Рофор, у инвертированных самцов, были достоверно ниже оба критерия оценки спермы как в воде, так и в растворе ( $p=0,001$ ).

У самцов ладожской палии продолжительность поступательного движения в растворе была достоверно выше ( $p=0,01$ ). Количество подвижных спермииев в растворе было в среднем больше почти на 20%, но это различие не достигало достоверного уровня (табл. 3).

**Таблица 1.** Подвижность сперматозоидов самцов форели Рофор в воде и солевом растворе / **Table 1.** Spermatozoa motility of Rofor trout males in water and in saline solution

Признак	Вода		Раствор	
	$X \pm m$	lim	$X \pm m$	lim
Активность, %	$25 \pm 1,4$	14-39	$30 \pm 1,8$	17-49
Количество подвижных спермииев, %	$74 \pm 7,9$	0-100	$91 \pm 4,7$	25-100

Примечание: Здесь и далее:  $M \pm m$  – среднее значение, его ошибка; lim – пределы варьирования признака

**Таблица 2.** Подвижность сперматозоидов инвертированных самцов в воде и солевом растворе / **Table 2.** Spermatozoa motility of males in water and in saline solution

Признак	Вода		Раствор	
	$X \pm m$	lim	$X \pm m$	lim
Активность, %	$18 \pm 0,7$	13-23	$24 \pm 0,8$	19-29
Количество подвижных спермииев, %	$38 \pm 5,6$	0-100	$64 \pm 5,5$	0-100

**Таблица 3.** Подвижность сперматозоидов самцов палии в воде и растворе / **Table 3.** Spermatozoa motility of palia males in water and in saline solution

Признак	Вода		Раствор	
	$X \pm m$	lim	$X \pm m$	lim
Активность, %	$41 \pm 2,1$	29-60	$49 \pm 1,8$	35-64
Количество подвижных спермииев, %	$68 \pm 10,3$	0-100	$87 \pm 6,1$	10-100

Анализ исходных данных показал, что по качеству спермы самцов можно было разделить на две группы. У 60% рыб в обеих средах были активны 100% сперматозоидов. У остальных самцов доля подвижных гамет в воде составляла в среднем  $18 \pm 9,7\%$ , меняясь в пределах от 0 до 70%, а в растворе возрастала до  $67 \pm 12,7\%$ , сохраняя большой уровень разнообразия: от 10 до 100%. В этой группе рыб различия между вариантами достигали достоверного уровня ( $p=0,05$ ). При этом, у одного из самцов, при полном отсутствии подвижности спермии в воде, в растворе наблюдали 30% активных клеток.

**Результаты оценки самок по характеристике полостной жидкости.** При смешивании полостной жидкости с водой она оставалась прозрачной у 80% самок форели Рофор, у 65% форели, выращенной в УЗВ, и у 100% исследованных самок палии. У остальных особей контакт с водой вызывал помутнение разной степени интенсивности.

**Сравнительная оценка результатов осеменения икры в воде и буферном растворе.** Различия в качестве полостной жидкости отразились на результатах инкубации икры.

У самок форели Рофор с прозрачной полостной жидкостью процент оплодотворения икры сохранял высокий уровень при осеменении в обеих средах. У самок с мутной жидкостью процент оплодотворения икры в растворе был на 37% выше, чем в воде, что можно видеть из данных, представленных ниже:

Результат тестирования полостной жидкости	Оплодотворяемость икры, %	
	вода	раствор
Прозрачная	93	96
Мутная	59	96

При использовании спермы инвертированных самцов процент оплодотворения икры был крайне низким при осеменении в воде и высоким при использовании раствора, независимо от наличия загрязнения икры, как показано ниже:

Результат тестирования полостной жидкости	Оплодотворяемость икры, %	
	вода	раствор
Прозрачная	49	93
Мутная	39	90

У ладожской палии между показателями процента оплодотворения в разных средах заметных различий не было выявлено:

Результат тестирования полостной жидкости	Оплодотворяемость икры, %	
	вода	раствор
Прозрачная	53	54

## ОБСУЖДЕНИЕ

В последние десятилетия появились новые технологии и методы выращивания и разведения радужной форели. К их числу относятся установки замкнутого водоснабжения. Большим спросом пользуется посадочный материал для выращивания однополых популяций, для получения которого используют метод преобразования самок в реверсивных самцов. Новые методы и технологии, а также селекция рыб, с целью создания маточных стад производителей с высокими потенциями роста и развития, в новых условиях может привести к изменению биологических особенностей рыб и, в частности, качества их половых продуктов.

У самцов форели Рофор, выращенных в проточной воде, сперма была лучше по всем показателям, чем у форели, содержащейся в УЗВ. Здесь могли влиять два фактора: условия выращивания и реверсия пола. О влиянии условий разведения может свидетельствовать также результат сравнительной оценки самок: у рыб, выращенных в УЗВ, был значительно ниже уровень оплодотворения икры при осеменении в воде, чем у самок форели Рофор.

У самок форели Рофор буферный раствор значительно повышал процент оплодотворения икры, в случае загрязнения ее лопнувшими икринками, и не влиял на результаты осеменения самок с чистой икрой. Поэтому, можно рекомендовать при отцеживании самок тестировать полостную жидкость и либо отбраковывать икру таких самок, либо при ее осеменении заменять воду раствором. При этом, наряду с буферным раствором D532, эффективны и другие растворы [12].

При выращивании форели в условиях УЗВ, а также при использовании инвертированных самцов применение раствора было обязательным и не зависело от результатов тестирования полостной жидкости.

У всех исследованных самок палии полостная жидкость была прозрачной, что свидетельствовало об отсутствии загрязнения икры. По-видимому, вследствие этого не было выявлено различий в результатах осеменения с использованием разных сред. Результат инкубации икры определялся качеством яйцеклеток и наличием достаточного количества спермы. Таким образом, у палии использование буферного раствора целесообразно в случае недостатка самцов и дефицита спермы хорошего качества с высоким процентом подвижных сперматозоидов.

Ранее у заводской ладожской палии в период созревания были выявлены самки с порционным (неполным) созреванием икры. Отличительной особенностью этих рыб было загрязнение икры содержимым лопнувших икринок и низкий уровень оплодотворения в воде. В этом случае при осеменении икры рекомендовано использовать растворы [13].

Эффективность буферного раствора в значительной степени проявилась при оценке активности спермы. При замене воды раствором достоверно увеличивалась продолжительность поступательного движения гамет ( $p=0,01$ ), а также достоверно возрастала доля активных спермии

у самцов с низким процентом этого показателя ( $p=0,05$ ).

Повышение интенсификации производства, использование установок замкнутого водоснабжения, специальные температурные режимы и, связанные с этим, высокие концентрации рыб, рецептуры кормов и нормы кормления оказывают значительное воздействие на многие стороны жизнедеятельности рыб, в том числе на формирование яйцеклеток в процессе гаметогенеза и тем самым, на качество потомства. Как показали исследования, проведенные нами ранее на радужной форели, частота и степень загрязнения полостной жидкости содержимым лопнувших яйцеклеток может быть значительной и обусловленной разными факторами, такими, например, как качество кормов и опыт обращения с производителями [4]. Проведение подобных исследований целесообразно проводить на племенных хозяйствах, каждое из которых имеет свои специфические особенности условий выращивания, способные оказывать влияние на качественные показатели производителей. Совершенствование методов осеменения икры может значительно повышать эффективность производства, о чем свидетельствуют результаты нашей работы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **Н.И. Шиндавина** – обоснование работы, разработка схемы эксперимента, участие в написании статьи; **А.Г. Моеев** – проведение экспериментальных работ; **В.Я. Никандров** – анализ полученных данных, участие в написании статьи.

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

Contribution to the work of the authors: **N.I. Shindavina** – justification of the work, development of the experimental scheme, participation in the writing of the article; **A.G. Moseev** – conducting experimental work; **V.Ya. Nikandrov** – analysis of the data obtained, participation in the writing of the article.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

- Van Heerden, E., Van Vuren J.H.J. and Steyn G.J. Development and evaluation of sperm diluents for the artificial insemination of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* // Aquatic Living Resources – 1993. – V.6. – №.1. – Pp. 57–62. DOI:<https://doi.org/10.1051/alr:1993006>
- Billard, R. A new technique of artificial insemination for salmonids using a sperm diluent // Fisheries. – 1977. – V.1. – Pp. 24–25.
- Линник, А.В. Оплодотворение икры форели в растворе Хамора и результаты инкубации / А.В. Линник // Сб. научных трудов ВНИИПРХ. – 1984. – №43. – С. 50-53.
- Linnik, A.V. Fertilization of trout eggs in Hamor solution and incubation results / A.V. Linnik // Collection of scientific papers of VNIIPRH. - 1984. – No. 43. – Pp. 50-53.
- Шиндавина, Н.И. Оценка самок радужной форели по качеству икры: тестирование на наличие в икре содержимого лопнувших икринок / Н.И. Шиндавина, В.Я. Никандров, Е.В. Моисеева, В.А. Янковская // Рыбное хозяйство. – 2013. – №3. – С. 81-85.
- Shindavina, N.I. Evaluation of rainbow trout females by caviar quality: testing for the presence of the contents of burst eggs in the caviar / N.I. Shindavina, V.Ya. Nikandrov, E.V. Moiseeva, V.A. Yankovskaya // Fisheries. – 2013. – No. 3. – Pp. 81-85.
- Голод, В.М. Производство посадочного материала в УЗВ как единство селекции и технологии. / В.М. Голод, Е.Г. Терентьева, В.З. Крупкин / В сб. «Рециркулярные технологии в крытых и открытых системах. Руководство». – Сарваш: Изд-во «НАКИ», 2013. – С. 11-22.
- Golod, V.M. Production of planting material in the UZV as a unity of breeding and technology. / V.M. Golod, E.G. Terentyeva, V.Z. Krupkin / In the collection "Recirculating technologies in indoor and outdoor systems. The manual". – Sarvash: Publishing house "NAKI", 2013. – Pp. 11-22.
- Бабушкин, Ю.П. Форель радужная Рофор. / Ю.П. Бабушкин, В.М. Голод, В.Я. Никандров, Г.Г. Савостьянова [и другие] // Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – М.: Изд-во Мин. сельск. х-ва РФ, 2013. – Т. 2. – С. 24
- Babushkin, Yu.P. Rainbow trout Rofor. / Yu.P. Babushkin, V.M. Golod, V.Ya. Nikandrov, G.G. Savostyanova [and others] // The State register of breeding achievements approved for use. – M.: Publishing house of the Ministry of Agriculture, 2013. – Vol. 2. – p. 24
- Никандров, В.Я. Арктический голец (*Salvelinus alpinus* L.) — перспективный объект для аквакультуры севера России / В.Я. Никандров, А.А. Павлисов, Н.И. Шиндавина, А.А. Лукин [и другие] // Арктика: экология и экономика. – 2018. – №3 (31). – С. 137-143. DOI: 10.2583/2223-4594-2018-3-137-143.
- Nikandrov, V.Ya. Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) — a promising object for aquaculture in the north of Russia / V.Ya. Nikandrov, A.A. Pavlisov, N.I. Shindavina, A.A. Lukin [and others] // Arctic: ecology and economics. – 2018. – №3 (31). – Pp. 137-143. DOI: 10.2583/2223-4594-2018-3-137-143.
- Никандров, В.Я. Научно-методические подходы и опыт разведения арктических гольцов на примере заводского выращивания ладожской палии *Salvelinus lepechini* (Gmelin 1788) / В.Я. Никандров, Н.И. Шиндавина, В.М. Голод, А.А. Лукин // Рыбное хозяйство. – 2021. – №6. – С. 104-112. DOI: 10.37663/0131-6184-2021-6-104-112.
- Nikandrov, V.Ya. Scientific and methodological approaches and experience of breeding Arctic char on the example of factory cultivation of Ladoga palia *Salvelinus lepechini* (Gmelin 1788) / V.Ya. Nikandrov, N.I. Shindavina, V.M. Golod, A.A. Lukin // Fisheries. – 2021. – No. 6. – Pp. 104-112. DOI: 10.37663/0131-6184-2021-6-104-112.
- Billard, R. Reproduction in rainbow trout: sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gamets // Aquaculture. – 1992. – V.100. – P.263–298. DOI:[https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90385-x](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90385-x)
- Wojtczak M., Kowalski R., Dobosz S., Goryczko K., Kuźmiński H., Glogowski J., Ciereszko A. 2004. Assessment of water turbidity for evaluation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) egg quality // Aquaculture. V. 242. P. 617–624.
- Лакин, Г.Ф. Биометрия. / Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. Школа, 1980 – 293 с.
- Lakin, G.F. Biometrics. / G.F. Lakin. – M.: Higher. School, 1980 – 293 p.
- Новоженин Н.П. Инструкция по технологии оплодотворения икры форели с использованием оплодотворяющих растворов. / Н.П. Новоженин, А.В. Линник, Г.А. Сычев – М., 1983. – 10 с.
- Novozhenin N.P. Instructions on the technology of fertilization of trout eggs using fertilizing solutions. / N.P. Novozhenin, A.V. Linnik, G.A. Sychev – M., 1983. – 10 p.
- Шиндавина, Н.И. Оценка качества икры ладожской палии *Salvelinus alpinus lepechini* с порционным созреванием. Методический аспект / Н.И. Шиндавина, В.Я. Никандров, А.Г. Моеев // Рыбное хозяйство. – 2019. – №5. – С. 93-95.
- Shindavina, N.I. Evaluation of the quality of caviar of *Salvelinus alpinus lepechini* with portion maturation. Methodological aspect / N.I. Shindavina, V.Ya. Nikandrov, A.G. Moseev // Fisheries. – 2019. – No. 5. – Pp. 93-95.

# Моделирование процессов выборки ловушечных крабовых порядков с больших глубин

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-101-103

Кандидат технических наук, доцент

**Е.В. Осипов** – доцент кафедры «Промышленное рыболовство» Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»), г. Владивосток

@ oev@mail.ru

## SIMULATION OF SAMPLING PROCESSES OF POT CRAB ORDERS FROM A GREAT DEPTH

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor E.V. Osipov – Associate Professor of the Department of "Industrial Fisheries" of the Far Eastern State Technical Fisheries University (FSBEI VO "Dalrybvtuz"), Vladivostok

A model for calculating the processes of sampling trapping crab orders from great depths is proposed. The sampling process was simulated with a uniform sampling process using nodal connections when connecting traps to the line. Simulation of hauling processes when hauling was stopped and the winch turned on at maximum speed showed a significant load on the main line with a loss of its strength. Loads when hauling from great depths are much more than 10 tons than stipulated by the rules of fishing for winches. Line wear with the calculated loads on the winch turrets are consistent with the factors of line wear in practice and the choice of winches with 20 tons of effort in the field.

### Ключевые слова:

промышлен краба, процесс выборки, износ хребтины, лебедки

### Keywords:

crab fishing, sampling process, ridge wear, winches

В настоящее время развитие глубоководного ярусного ловушечного промысла краба связано с потребностями освоения глубоководных крабов. Как показала практика проведения торгов по этим видам, они продолжительное время были признаны несостоятельными. Для этого есть ряд причин, связанных с более низкой стоимостью глубоководных крабов, а также с рядом технических проблем, решение которых под силу только нескольким компаниям, проводящим научно-исследовательские работы. Первой компанией лидером в развитие промысла глубоководных крабов в России является АО «Рыболовецкий колхоз «Восток-1». В данной работе представлены результаты, выполненные по хоздоговорной работе ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» (ХДТ 693/2017) для АО «Рыболовецкий колхоз «Восток-1», и результаты дальнейших совместных работ. Необходимо отметить, что при моделировании процессов выборки ловушечных крабовых порядков с больших глубин, учитывались характеристики рыбопромыслового вооружения судов АО «Рыболовецкий колхоз «Восток-1», в частности, тяговые усилия лебедок равные 20 тоннам.

Управление процессом выборки хребтины осуществляется на судне, посредством изменения его скорости и скорости выборки хребтины, поэтому моделирование процесса выборки ярусных ловушечных крабовых порядков должно осуществляться по следующей схеме: расчет движение хребтины в воздухе; расчет движение хребтины в воде; расчет условия скольжения хребтины по грунту.

При выборке хребтина, на участке её движения в воздухе и в воде, участвует в составном движении, где в переносном движении она набегает на среду со скоростью  $\vec{v}$ , которая направлена горизонтально, а скорость выборки  $\vec{v}_n$  направлена по вектору  $\vec{t}$ . Модель расчета такой системы приведена в работе [1], однако данная модель не учитывает качку, которая существенно влияет на суммарную нагрузку хребтины ловушечного порядка, в отличие от крючкового яруса. При учете качки, во время выборки возникает неравномерность движения (ускорение), которое учитывается через присоединенную массу по формуле:

$$\lambda = \rho_b V k_M, \quad (1)$$

где  $k_M$  – коэффициент присоединенной массы;  $\rho_b$  – плотность воды;  $V$  – объем вытесненной воды.

Для хребтины и поводца единичной длины:

$$\lambda = 0.25 \rho_b \pi d^2 k_c, \quad (2)$$

$$k_M = 0.74 k_c |\sin(\alpha)| + 0.02, \quad (3)$$

$$V = \pi d^2 / 4, \quad (4)$$

где  $k_c$  – коэффициент, учитывающий структуру хребтины и поводца, по данным [2]:  $k_c = 0.98$  – 7-6-прядный;  $k_c = 0.87$  – 4-прядный;  $k_c = 0.8$  – 3-прядный.

Формула (2) приведена для случая, когда угол атаки  $\alpha = \pi/2$ , а формула (3) получена с учетом данных работы [3] для длинной нити, при угле атаке

$\alpha=0$  коэффициент массы  $k_m=0$ , однако по данным работы [4] для вертикально опускаемого длинного цилиндра  $k_m \in [0.02 \div 0.06]$ , поэтому, учитывая наличие крученых прядей, расчет  $k_m$  необходимо производить по формуле (3).

Для расчета присоединенной массы ловушки, форма которой совпадает с эллиптическим цилиндром, присоединенную массу найдем по формуле:

$$\lambda = \rho_{\text{в}} \pi a^2 w, \quad (5)$$

где  $w$  – толщина слоя гидробионтов в ловушке;  $a = (1/2)h$ ,  $h$  – диаметр ловушки.

В случае учета неравномерного движения:

- первое уравнение в системе [1, (1)] примет вид:  
 $T^* = q_z \sin \alpha \cos \varphi - r_{x_0} \cos \alpha + r_{z_0} \sin \alpha \pm r_{x_0} + \lambda a; \quad (6)$

- в формулах [1, (6)]  $T_0$  найдем:

$$T_0 = \sqrt{R^2 + Q_z^2 + (\lambda a)^2}. \quad (7)$$

Здесь  $a$  – ускорение, которое находится по известной формуле:

$$a = \Delta v / \Delta t = (v_2 - v_1) / (t_2 - t_1). \quad (8)$$

Ускорение  $a$  для случая:

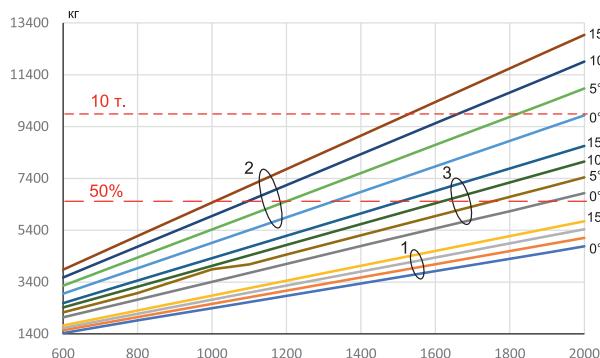
$$- v_s > v_n - a = v_{n_2} - v_{n_1} / (t_2 - t_1); \quad (9)$$

$$- v_s > v_n - a = v_{s_2} - v_{s_1} / (t_2 - t_1), \quad (10)$$

где  $v_s$  – скорость судна,  $v_n$  – скорость выборки.

При моделировании процесса выборки ярусных и ловушечных порядков, расчет по формулам (9, 10) ведется пока ( $v_s = v_n$ ), при этом временной интервал  $\Delta t$  задается с учетом обеспечения необходимой точности расчета и зависит от  $a$ , чем  $a$  более отлична от нуля, тем  $\Delta t$  меньше и определяется численным экспериментом.

Расчет характеристик выборки хребтины при равномерном движении приведены на рисунке 1

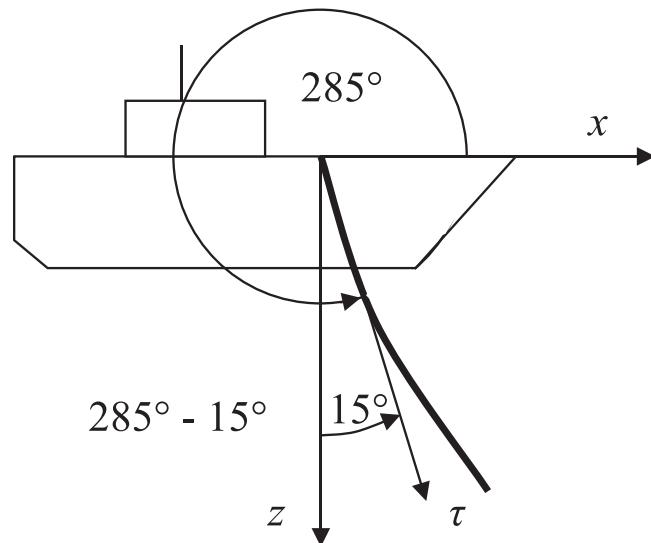


**Рисунок 1.** Результаты моделирования:

- 1 – при равномерном движении;
- 2 – при остановке/включении выборки (1,13 узл., расстояние между ловушками 50 м)

**Figure 1.** Simulation results: 1 – with uniform motion; 2 – when the sampling is stopped/turned on (1.13 knots, the distance between the traps is 50 m)

Предложена модель расчета процессов выборки ловушечных крабовых порядков с больших глубин. Проведено моделирование процесса выборки, при равномерном процессе, с использованием узловых соединений при подсоединении ловушек к хребтине. Моделирование процессов выборки, при остановке выборки и включение на максимальную скорость лебедки, показало значительную нагрузку на хребтину с потерей ее прочности. Нагрузки при выборке с больших глубин значительно больше установленной минимальной величины (10 т), чем предусмотрено правилами рыболовства для лебедок. Износ хребтины, с рассчитанными нагрузками на турочки лебедки, согласуются с факторами износа хребтин на практике и выбором на промысле лебедок с усилием 20 тонн.



**Рисунок 2.** Углы подхода хребтины к судну (для рис. 1)

**Figure 2.** Angles of approach of the ridge to the vessel (for Fig. 1)

(1) (скорости выборки и скорость судна 1,94 узл., расстояние между ловушками 35 м), где углы показаны на рисунке 2.

Результаты расчетов показывают, что нагрузки на глубине 2000 м составляют 5 т и более, что позволяет работать с порядком лебедке, и ниже в 2 раза – разрывной нагрузке хребтины (хребтina трехпрядная  $D = 30$  мм,  $T_{\text{раз}} = 13400$  кг, материал дайлайн (75% полипропилен, 25% полиэтилен). При этом изменение угла атаки в 15° увеличивает нагрузку до 1 тонны.

В случае, когда на судне остановили выборку для отсоединения ловушки, лебедка включается на максимальную скорость выборки до 1,93 узл., с учетом качки 0,43 м/с (рис. 1 (2)). Как можно заметить, такой режим работы приводит к значительному увеличению нагрузки на хребтину более чем в 2 раза. Если тяговое усилие лебедки ограничено 10 т, то фактическая скорость выборки хребтины, при некоторых параметрах (рис. 1, линия 10 т), упадет.

Необходимо отметить, что при таком процессе выборки происходит значительный износ хребти-

ны, и уже на глубинах 1100 м нагрузка на хребтину меньше коэффициента запаса 2 (рис. 1, линия 50%) ведет к быстрой деградации хребтины. В ходе моделирования процессов выборки скорость уменьшали до минимальной оптимальной 1,13 узл. (35 м/мин) скорости выборки и увеличении расстояния между ловушками с 35 м до 50 м, расчетные значения нагрузок приведены на рисунке 1 (3).

При промысле глубоководных крабов соединение ловушек с хребтиной осуществляется узлами и позволяет производить равномерный процесс выборки (рис. 1, (1)), снижая нагрузку на хребтину, в отличие от клевантов, при использовании которых происходит процесс остановки и выборки хребтины. Для выборки с больших глубин рабочий орган лебедки выполняется в виде турачки, предел сжатия хребтины для турачки найдем по формуле:

$$P_{\max} = S_1 / (d_{xp} D_{bl} n), \quad (11)$$

где  $S_1$  – натяжение набегающей ветви;  $d_{xp}$  – диаметр хребтины;  $D_{bl}$  – диаметр барабана (турачки) лебедки;  $n$  – количество шлагов.

При диаметре турачки 600 мм и 7 шлагов, для исключения проскальзывания при выборке порядка, максимальное сжатие хребтины, с учетом натяжения (рис. 1, (1)), составляет 31,33 кг/см<sup>2</sup>. Испытания хребтины на сжатие, с использованием пресса ЗИМ ПММ-125, показало, что при сжатии происходит частичный разрыв пряди хребтины при  $T_{pc} = 21000$  кг (рис. 3), с учетом сжимаемой площади 24 см<sup>2</sup> составляет 875 кг/см<sup>2</sup>, что в 28 раз больше, чем максимальное сжатие на турачке. Поэтому сжатие хребтины на турачке, в основном, изменяет форму хребтины, она становится ближе к цилиндуру, а потеря прочности происходит только за счет истирания внешнего слоя (рис. 4).

С учетом расчетных нагрузок (рис. 1) потеря прочности происходит за счет продольной деформации хребтины, таким образом, данные моделирования согласуются с экспериментальными исследованиями износа и потери прочности хребтин, изложенные в работе [5].

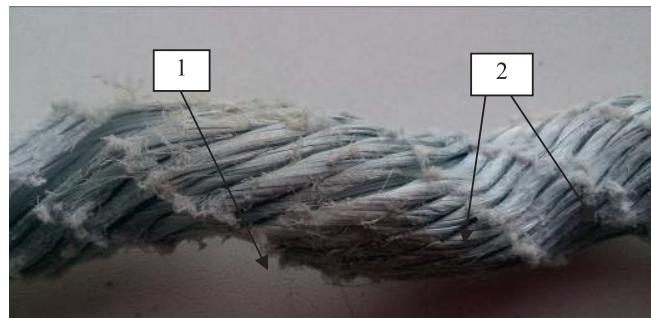
Выбор лебедок АО «Рыболовецкий колхоз «Восток-1», на основе опыта эксплуатации с тяговым усилием в 20 т, подтверждает расчетные значения нагрузок (рис. 1), возникающих при динамической выборке с больших глубин крабовых порядков, хотя в правилах рыболовства для глубоководного промысла допускается наличие лебедок с тяговым усилием не менее 10 тонн. В то же время моделирование процесса выборки с расстояниями между ловушками в 50 м, как работают другие рыболовные компании, позволяет выбирать лебедками с тяговым усилием в 10 т (рис. 1, (3)) и отражает уровень развития этого промысла начала 2000 годов. При этом практика промысла показывает, что оптимальное расстояние между ловушками составляет 34-38 метра.

Добыча глубоководных крабов по уровню нагрузок и требованиям к оборудованию значительно выше, чем при облове других видов крабов. При этом использование турачек на всех видах добычи



**Рисунок 3. Частичный разрыв пряди при сжатии хребтины**

**Figure 3. Partial rupture of the strand during compression of the spine**



**Рисунок 4. Истирание и деформация каболок пряди хребтины 1 – внешнее истирание каболок; 2 – деформация внутренних каболок**

**Figure 4. Abrasion and deformation of the hairpins of the spine strands 1 – external abrasion of the hairpins; 2 – deformation of the internal hairpins**

крабов позволит значительно сократить износ хребтин, вследствие равномерного процесса выборки.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Осипов, Е.В. Методика расчета выборки хребтины ярусных порядков. / Е.В. Осипов // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 6. – С. 92-95.
1. Osipov, E.V. Methodology for calculating the sampling of the ridge of longline orders. / E.V. Osipov // Fisheries. – 2014. – No. 6. – Pp. 92-95.
2. Белов, В.А. Гидродинамика нитей, сетей и сетных орудий лова. / В.А. Белов. – Калининград: КГТУ, 2000. – 202 с.
2. Belov, V.A. Hydrodynamics of threads, nets and net fishing gear. / V.A. Belov. – Kaliningrad: KSTU, 2000. – 202 p.
3. Robert, W.T., John, H.N. 1973. Anchor-last Deployment procedure For mooring. Project Report For the Ocean science and Technology Division, US Office Of Naval Research N00014-67-A-0369-0007, Project NR083-102.
3. Robert, W.T., John, H.N. 1973. Anchor-last Deployment procedure For mooring. Project Report For the Ocean science and Technology Division, US Office Of Naval Research N00014-67-A-0369-0007, Project NR083-102.
4. Короткин, А.И. Присоединенные массы судна: Справочник. - / А.И. Короткин. – Л.: Судостроение, 1986. – 312 с.
4. Korotkin, A.I. Attached vessel masses: Handbook. - / A.I. Korotkin. – L.: Shipbuilding, 1986. – 312 p.
5. Осипов, Е.В. Совершенствование технологий глубоководного ярусного и ловушечного промысла. / Е.В. Осипов. // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 3. – С. 90-93.
5. Osipov, E.V. Improvement of technologies of deep-sea longline and trap fishing. / E.V. Osipov. // Fisheries. – 2018. – No. 3. – Pp. 90-93.

# Оценка рисков безопасности промысловых схем

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-104-108

Аспирант **А.Ю. Бабинцев** – кафедра «Промышленное рыболовство»;

Кандидат технических наук **В.А. Сукиннов** – доцент кафедры «Промышленное рыболовство»;

Доктор технических наук, профессор **В.М. Минько** – заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»;

Доктор технических наук, доцент **Дятченко С.В.** – заведующий кафедрой «Кораблестроение» –

Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

✉ artem.babintsev.1996@mail.ru

## SAFETY RISK ASSESSMENT OF FISHING SCHEMES

Postgraduate student **A.Yu. Babintsev** – Department of Industrial Fisheries;  
Candidate of Technical Sciences **V.A. Sukonnov** – Associate Professor  
of the Department of Industrial Fisheries;  
Doctor of Technical Sciences, Professor **V.M. Minko** – Head of the Department of Life Safety;  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor **S.V. Dyatchenko** –  
Head of the Department of Shipbuilding –  
*Kaliningrad State Technical University (KSTU)*

The design of existing fishing schemes is carried out according to prototypes, which causes a low level of safety in fishing operations, and, as a result, leads to an increase in accidents among crew members. As practice shows, such cases can be avoided already at the stage of designing a field scheme. In order to find out how changes in fishing schemes in the direction of increasing safety will affect their efficiency of use, the paper proposes to assess the safety risks of a fishing scheme, where the criterion of safety risks acts as the main criterion. To conduct such an assessment, a review was made of large-capacity stern trawlers in the amount of 5 units, with the power of trawler power plants from 882.6 kW to 5295 kW. After evaluating the safety risks of these vessels, the dependences of the safety risk factor on the power of the power plant and the power of the fishing equipment spent on operations were obtained. This analysis was carried out on the basis of a previous study on the efficiency of fishing schemes, where the main criterion was the coefficient of mechanization of fishing operations.

### Ключевые слова:

траповый комплекс, промысловая операция, промысловая схема, безопасность, коэффициент

### Keywords:

trawl complex, fishing operation, fishing scheme, safety, coefficient

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях ведения промысла возникают факторы, предшествующие несчастным случаям среди экипажа судна. В их числе особого внимания заслуживают факторы, связанные с промысловым оборудованием, поскольку на них приходится 55% всех несчастных случаев [1].

Так, известно, что максимальное число несчастных случаев связано с траповыми лебедками и ваерными (подвесными) блоками и траповыми досками. В свою очередь, это позволяет принимать решение на стадии выбора прототипа промысловой схемы, снижая риски несчастных случаев, связанных с ней. Но, отказ от опасных элементов и оборудования схемы не дает объективной оценки эффективности ее эксплуатации.

Поэтому, с целью проведения такой оценки, в работе предложено рассмотреть критерий оценки риска безопасности промысловой схемы.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Как показывает практика, существующие методы проектирования промысловых схем (по прототипам) приводят к снижению уровня механизации.

Такой подход приводит к снижению уровня механизации рыбопромысловых операций, а также способствует повышению уровня возникающих рисков, связанных с безопасностью их выполнения. Таким образом, наряду с полученным коэффициентом механизации, в качестве критерия оценивания уровня безопасности выполнения промысловых операций на палубе, может быть предложен критерий оценки риска безопасности промысловой схемы.

Этот критерий представляет собой среднюю оценку влияния факторов на промысловые операции, статистически определенные как наиболее травмоопасные при проведении постановки и выборки траха. Проведение такой оценки позволяет установить эффективность использования промысловой схемы, а также – предлагать способы ее совершенствования.

На примере промысловой схемы РТМК-С проекта 488, предназначенного для лова рыбы донным и разноглубинным трахами, проведем оценку операции по спуску мешка, сетной и канатной части на отсутствие рисков несчастных случаев для матросов, в соответствии с факторами:

- 1) разовая максимальная масса перемещаемых вручную грузов: элементов орудий лова, инструмента;
- 2) число важных объектов наблюдения;
- 3) уровень технической безопасности рабочего места [2];
- 4) соблюдение требований эксплуатации к организации производственного оборудования [2];
- 5) уровень соблюдения требований к размещению рабочих мест и производственного оборудования [2];
- 6) интеллектуальная нагрузка;
- 7) работа с канатно-сетной частью траула и его элементами.

Факторы могут быть оценены по шестибалльной шкале, соответствующей известной медико-физиологической классификации работ, где 1 – отсутствие риска, а 6 – сверхвысокий риск условий труда [3].

При  $n$  независимо действующих факторов, коэффициент рисков безопасности каждой операции определяется по формуле [4]:

$$R_j = 1 - \left[ \prod_{i=1}^n 0,2 \cdot (x_{\max} - x_i) \right]^{t/T}, \quad (1)$$

где,  $j$  – порядковый номер операции по постановке и выборке траула;

$n$  – количество факторов, равное 7;

$x_{\max}$  – максимальная оценка, равная 6 баллам;

$x_i$  – оцененный фактор;

$t$  – продолжительность работы, относящаяся к одному году;

$T$  – трудовой стаж, 25 лет.

Проектирование существующих промысловых схем проводят по прототипам, что служит причиной низкого уровня безопасности рыбопромысловых операций, и, как следствие, приводит к увеличению несчастных случаев среди членов экипажа. Как показывает практика, таких случаев можно избежать уже на стадии проектирования промысловой схемы. Однако невозможно предсказать, как изменения промысловых схем в сторону повышения безопасности отразятся на эффективности их использования. С целью выяснения, в работе предлагается проведение оценки рисков безопасности промысловой схемы, где, в качестве основного критерия, выступает критерий рисков безопасности. Выбранный критерий представляет собой среднюю оценку влияния факторов на промысловые операции, статистически определенные как наиболее травмоопасные при проведении постановки и выборки траула. Для проведения такой оценки выполнен обзор крупнотоннажных траулеров кормового трауления в количестве 5 единиц, с мощностью силовых установок траулеров от 882,6 кВт до 5295 кВт. После оценки рисков безопасности этих судов, были получены зависимости коэффициента рисков безопасности от мощности силовой установки и мощности промыслового оборудования, затрачиваемой на выполнение операций. Полученные зависимости позволяют оценить влияние мощностных показателей энергетических установок и оборудования на коэффициент рисков безопасности, что может послужить основой разработки методов проектирования промысловых схем для строящихся траулеров, а также – совершенствования промысловых схем траулеров, применяемых в эксплуатации.



БМРТ 1288

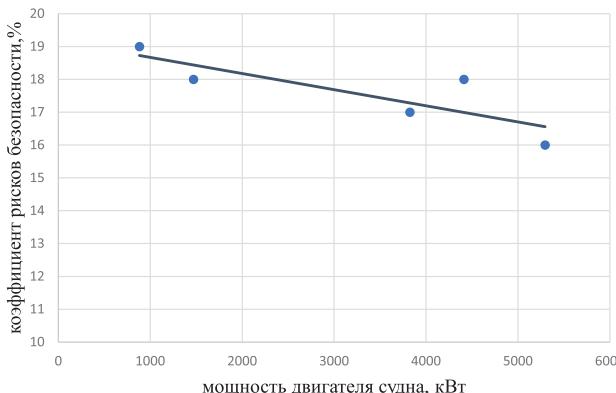
**Таблица 1.** Оценка выполнения операции по спуску мешка, сетной и канатной части на траулере РТМК-С проекта 488 / **Table 1.** Evaluation of the operation to lower the bag, net and rope parts on the RTMK-C trawler of project 488

Мастер добычи №1		фактор
Наименование операции		
Руководит действиями промысловой вахты		2,6
Контролирует сход мешка по слипу, сход сетной и канатной части с барабана		
Следит за соблюдением ТБ		
Матрос лебедчик №2		фактор
Наименование операции		
Управляет грузовыми и промысловыми лебедками		3,4,5
Матрос 1-го кл. №3		фактор
Наименование операции		
Выбирает вытяжной конец, заводит его в канифас-блок над ваерным блоком		1,7
Набирает необходимую слабину вытяжного конца		
Матрос 1-го кл. №4		фактор
Наименование операции		
Управляет вытяжной лебедкой, вытаскивает мешок за борт		1,3,4,5,7
Выбирает слабину канатов с сетного барабана		
Матрос 1-го кл. №5		фактор
Наименование операции		
Следит за выходом трала с сетного барабана		2,7
Выбирает слабину (при необходимости)		
Матрос 1-го кл. №6		фактор
Наименование операции		
Следит за выходом трала с сетного барабана		2,7
Выбирает слабину (при необходимости)		

По формуле (1) рассчитываем коэффициент риска безопасности, соответствующий операции по спуску мешка, сетной и канатной части:

$$R_2 = 1 - (0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,4)^{1/25} \approx 0,16.$$

Риск безопасности, соответствующий выполнению операции по спуску мешка, сетной и канатной части, составляет 16%.



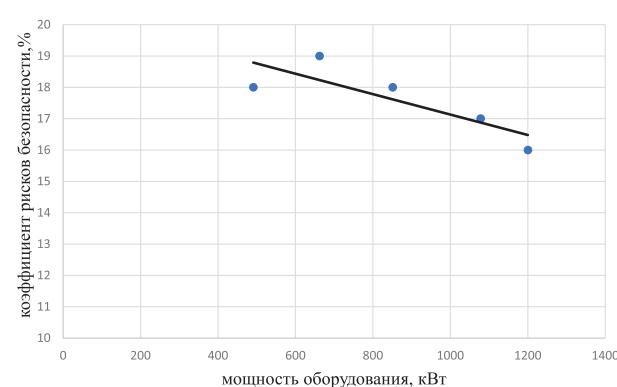
**Рисунок 1.** Влияние мощностных характеристик траулера на коэффициент рисков безопасности

**Figure 1.** Influence of the trawler's power characteristics on the safety risk factor

Таким образом, результаты оценивания операций по постановке и выборке трала, выполняемых в соответствии с промысловым расписанием на РТМК-С пр. 488, сведены в таблицу 2.

Коэффициент рисков безопасности операций по постановке и выборке трала определяется по формуле:

$$R = (\sum R_i) / i, \quad (2)$$



**Рисунок 2.** Влияние мощностных характеристик оборудования траулера на коэффициент рисков безопасности

**Figure 2.** Influence of the power characteristics of the trawler equipment on the safety risk factor

**Таблица 2.** Оценка операций постановки и выборки трала на траулере РТМК-С проекта 488 / **Table 2.** Evaluation of trawl setting and sampling operations on the RTMK-C trawler of Project 488

Наименование операции	Оценка
1. Подготовка к спуску трала	0,17
2. Спуск мешка, сетной и канатной части	0,16
3. Подключение переходных концов к доскам и отключение вытяжных концов кабельных лебедок	0,15
4. Травление ваеров	0,13
5. Выливка улова	0,20
6. Подготовка к выборке трала	0,15
7. Отключение траловых досок	0,16
8. Выборка канатной, сетной части	0,16
9. Выборка мешка с уловом	0,17

**Таблица 3.** Входные данные выборки / **Table 3.** Sample input data

Наименование судна	Мощность двигателя судна, кВт	Мощность оборудования, кВт	Коэффициент уровня рисков, %
ТСМ пр. 333 «Атлантик».	882,6	662	19
БМРТ пр. 1288 «Пулковский меридиан»	4413	851	18
БМРТ пр. 394АМ «Кронштадт»	1471	491	18
БМРТ пр. 408 «Иван Бочкин»	3824,7	1078	17
РТМК-С пр. 488 «Моонзунд»	5295	1200	16

Коэффициент рисков безопасности:

$$R = (0,83 + 0,84 + 0,85 + 0,87 + 0,80 + 0,85 + 0,84 + 0,84 + 0,83) / 9 = 0,16$$

Риск безопасности по постановке и выборке трала на траулере РТМК-С проекта 488, составляет 16%.

С целью установления влияния параметров системы судно-трап на коэффициент рисков безопасности, анализу были подвержены схемы рыбо-

ловных судов кормового трауления, а именно: ТСМ пр. 333 «Атлантик», БМРТ проекта 1288 «Пулковский меридиан», БМРТ пр. 394АМ «Кронштадт», БМРТ пр. 408 «Иван Бочкин», РТМК-С проекта 488 «Моонзунд» [5].

Для проведения дальнейшего исследования, расчетным путем получены значения коэффициентов безопасности, в зависимости от мощностных параметров траулеров и промыслового оборудования (табл. 3).





Как можно заметить, коэффициент уровня рисков безопасности снижается от наименее мощных траулеров до судов с высокой энергонасыщенностью. Вместе с этим повышается уровень механизации промысловых схем.

Так, на ТСМ пр. 333 «Атлантик» применяется многооперационная лебедка, делающая выполнение большинства операций не безопасными. На таких схемах, во время траления ваеры идут через всю промысловую палубу, угрожая жизни членам бригады добывчиков. А кабельные лебедки на БМРТ пр. 1288 «Пулковский меридиан» являются устаревшим механизмом, в сравнении с кабельно-сетным барабаном на РТМК-С пр. 488 «Моонзунд», использование которых также отражается на количестве несчастных случаев.

Для оценки влияния мощностных характеристик рыболовных судов на коэффициент рисков безопасности был построен соответствующий график, представленный на рисунке 1.

При помощи программы аппроксимацией была получена аналитическая зависимость коэффициента рисков безопасности от мощности силовой установки судна:

$$K_1 = 10^{-4} N_{\text{дв.}} + 19$$

где  $K_1$  – коэффициент рисков безопасности от мощности силовой установки траулера;

$N_{\text{дв.}}$  – мощность силовой установки траулера.

Зависимость показала, что мощность силовой установки линейно зависит от коэффициента рисков безопасности.

Аппроксимацией была получена следующая зависимость:

$$K_2 = 10^{-3} N_{\text{об.}} + 20$$

где  $K_2$  – коэффициент рисков безопасности от мощности оборудования траулера;

$N_{\text{об.}}$  – мощность оборудования траулера.

Зависимость показала, что мощность силовой установки линейно зависит от коэффициента рисков безопасности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный метод позволяет проводить оценку рисков безопасности той или иной схемы, где критерием является коэффициент рисков безопасности.

В результате проведенного исследования были определены зависимости, которые позволили оценить влияния факторов на коэффициент рисков безопасности. Полученные результаты, являются базовыми при разработке методов проектирования промысловых схем и комплексов.

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.

**А.Ю. Бабинцев** – сбор и анализ данных, подготовка статьи; **В.А. Сукиннов** – идея работы, подготовка введения, проверка статьи; **В.М. Минько** – предложение материалов для проведения анализа, консультирование по вопросам БЖД; **С.В. Дятченко** – оценка выбора входных данных выборки для анализа, окончательная проверка статьи.

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

**A.Yu. Babintsev** – data collection and analysis, preparation of articles; **V.A. Sukonnov** idea – work, guidance, article verification; **V.M. Minko** – materials for analysis, advising proposals on the issues of the Belarusian Railways; **S.V. Dyatchenko** – assessment of the choice of input data for the analysis, the final check of the article.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Антилова, А.Б. Флот рыбной промышленности: справочник типовых судов. / А.Б. Антилова. – М. Транспорт, 1990. – С. 6-94.
1. Antipova, A.B. The fleet of the fishing industry: a reference book of standard vessels. / A.B. Antipova. – M. Transport, 1990. – С. 6-94.
2. Минько, В.М. Безопасность труда в промышленном рыболовстве: монография. / В.М. Минько. – Керчь: Изд-во Агропромиздат, 1990. – 46 с.
2. Minko, V.M. Occupational safety in industrial fishing: monograph. / V.M. Minko. – Kerch: Agropromizdat Publishing House, 1990. – 46 p.
3. Минько, В.М. Оценка уровней профессиональных рисков по данным о состоянии рабочих мест / В.М. Минько, Н.А. Евдокимова, Е.С. Кремлякова // Охрана и экономика труда. – 2017. – №4. – С.49-58.
3. Minko, V.M. Assessment of occupational risk levels based on data on the state of workplaces / V.M. Minko, N.A. Evdokimova, E.S. Kremlyakova // Labor protection and economics. – 2017. – No. 4. – Pp.49-58.
4. Минько, В.М. Оптимизация управления безопасностью труда в промышленном рыболовстве: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. док. техн. наук. / Минько В.М. – Калининград: КГТУ, 1996. – 20 с.
4. Minko, V.M. Optimization of labor safety management in industrial fishing: Abstract. diss. on the job. uch. step. doct. technical sciences. / Minko V.M. – Kaliningrad: KSTU, 1996. – 20 p.
5. Оценка риска для здоровья населения и работающих URL: <https://irioh.ru/centers-risk-assessment/> (дата обращения: 13.02.2023 г.)
5. Risk assessment for the health of the population and workers URL: <https://irioh.ru/centers-risk-assessment/> (accessed: 13.02.2023)

## *Saccharina japonica* – её технохимическая характеристика для применения в технологии пищевых и лечебно-профилактических продуктов

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-109-115

Доктор технических наук, –  
профессор **Подкорытова А.В.** –  
главный научный сотрудник отдела  
инновационных технологий  
ФГБНУ «ВНИРО», Москва

**Рощина А.Н.** – главный специалист  
отдела инновационных технологий  
ФГБНУ «ВНИРО», Москва

Кандидат технических наук  
**Котельникова Л.Х.** – руководитель  
исследовательского отдела  
«Роскачество», Москва

**Родина Т.В.** – руководитель  
финансового отдела ООО «Велторг  
Ингредиенты», Москва

@ podkor@vniro.ru

**Ключевые слова:**  
сахарина (ламинария), *Saccharina japonica*, подзона Западно-Сахалинская, коэффициент гидратации, условия предобработки

**Keywords:**  
saccharina (Laminaria), *Saccharina japonica*, West Sakhalin subzone, hydration coefficient, pretreatment conditions

**SACCHARINA JAPONICA – ITS TECHNOCHEMICAL CHARACTERISTIC FOR USE IN THE TECHNOLOGY OF FOOD AND THERAPEUTIC AND PROPHYLACTIC PRODUCTS**

Doctor of Technical Sciences, Professor **A.V. Podkorytova** – Chief Researcher of the Department of Innovative Technologies of VNIRO, Moscow;  
**A.N. Roshchina** – Chief Specialist of the Department of Innovative Technologies of VNIRO, Moscow;  
**Candidate of Technical Sciences L.H. Kotelnikova** – Head of the research Department "Roskachestvo", Moscow;  
**T.V. Rodina** – Head of the Financial Department of Veltorg Ingredients LLC, Moscow

Data are presented that determine the directions of processing and use of brown algae, including the hydration coefficient (HC) of dried thalli or crushed into pieces of various sizes, which is an important indicator used in setting the parameters of technological processes, as well as the yield of finished products. The results are presented demonstrating the ability of the dried algae *Saccharina japonica* to limit hydration. It has been shown that during deep treatment of *S. japonica* in order to increase the HC, about 80% of biologically active substances are lost, with the exception of fiber, some part of the protein, the organic form of iodine, as well as alginates associated with polyvalent metal cations in water-insoluble complexes with alginic acids. It was determined that when soaking dried *S. japonica* in water, the relative content of alginic acid increases, while the HC of kelp also increases. It has been established that HC equal to 20-26 corresponds to a significant removal of extractive biologically active substances (BAS) from *S. japonica*. At HC 14-16, up to 50% of biologically active substances remain in the tissues of algae, giving taste to kelp algae and their biological value. It has been shown that with the content of biologically active substances in algae up to 50% of the initial value, a real opportunity is created to obtain food and therapeutic and prophylactic products from dried *S. japonica*.

## ВВЕДЕНИЕ

В прибрежных зонах морей Дальнего Востока России сосредоточены промысловые запасы бурых водорослей, значительная часть которых из порядка *Laminariales*, являются пищевыми [1]. В связи с этим их издавна изучают, с целью познания биохимических и технологических характеристик. К настоящему времени пользователи *Saccharina japonica*, как сырья для производства пищевых и других продуктов, придают особое внимание коэффициентам гидратации (КГ) сушёных водорослей. Эти показатели и их биохимические характеристики необходимы для развития технологий, применяемых в отраслях перерабатывающих водоросли на различные виды продукции. В последние десятилетия активно развиваются производства биологически активных добавок (БАД), пищевых и лечебно-профилактических продуктов. В мировом масштабе на одном из первых мест стоит производство из бурых водорослей пищевых добавок, таких как альгиновая кислота и её соли – альгинаты (Е 400 – альгиновая кислота; Е 401 – альгинат натрия; Е 402 – альгинат калия; Е 403 – альгинат аммония; Е 404 – альгинат кальция; Е 405 – пропиленгликоль альгинат). Производство альгинатов в 2018 г. превысило 38000 тонн. Стоимость альгинатов зависит от их свойств и составляет около 10-40 долл. США за кг [2]. В России в последние десятилетия активно развивается производство водорослевых альгинатсодержащих биогелей для диетического лечебного профилактического питания. Немаловажное значение бурые водоросли имеют и в развитии производства кормовых добавок, используемых в животноводстве и аквакультуре рыб, а также – удобрений и поливочных экстрактов для растениеводства в сельском хозяйстве [3; 4].

Несмотря на значительные запасы бурых водорослей (*Phaeophyceae*) в Северных и Дальневосточных морях Российской Федерации, до настоящего времени ещё мало добывается и используется российское сырьё. Всё это определено проблемами, связанными с добычей, первичной обработкой ламинариевых водорослей, в том числе *S. japonica*. Возникают проблемы с производством продукции из водорослей, готовой к хранению и транспортированию на дальние расстояния.

Сейчас российский рынок пищевых водорослей не пустует, вследствие заполнения его ламинарией, выращиваемой в одногодичном цикле и импортируемой из Китая (КНР), где объёмы её производства методами аквакультуры достигают 6-8 млн т сырья

Представлены данные, определяющие направления переработки и использования *Saccharina japonica*, включая коэффициент гидратации (КГ) сушёных слоевищ или измельченных на кусочки различных размеров. КГ является важным показателем, применяемым при установлении параметров технологических процессов, а также выхода готовой продукции. Показаны результаты, демонстрирующие способность к предельной гидратации сушёной водоросли *Saccharina japonica*. Установлено, что при глубокой обработке *S. japonica*, с целью увеличения КГ, теряется около 80% БАВ, за исключением клетчатки, некоторой части белка, органической формы йода, а также альгинатов, связанных с поливалентными катионами металлов в нерастворимые в воде комплексы. Определено, что при замачивании в воде сушёной *S. japonica* относительное содержание альгиновой кислоты увеличивается, при этом КГ ламинарии также возрастает. Установлено, что КГ равный 20-26 соответствует значительному удалению экстрактивных биологически активных веществ (БАВ) из *S. japonica*. При КГ 14-16 в тканях водорослей сохраняется до 50% БАВ, придающих вкус ламинариевым водорослям и увеличивающих их биологическую ценность. Показано, что, при содержании в водорослях БАВ до 50% от исходного показателя, создаётся реальная возможность получения из сушёной *S. japonica* пищевых и лечебно-профилактических продуктов.

ежегодно [5]. При этом значительную часть их импортируют из КНР в Россию, где из них производят кулинарную продукцию и консервы. Ламинария, импортируемая из Китая, обладает определёнными технологическими характеристиками, такими как высокая степень обработки сырья и его готовность к прямому использованию в процессе приготовления пищевых продуктов. При этом большое значение для производителя пищевой продукции из неё имеет коэффициент гидратации (КГ) шинкованной ламинарии при замачивании её в воде. КГ ламинарии, изготовленной в Китае, часто достигает значения 18-22, т.е. масса сушёной ламинарии при замачивании в воде увеличивается именно во столько раз. Но при этом качественные показатели одногодичной ламинарии, культивируемой в Китае, значительно уступают двухгодичной пищевой *S. japonica* из естественных популяций, произрастающих в прибрежных зонах Японского моря.

**Таблица 1.** Химический состав *S. japonica* двухлетней, добытой в прибрежной зоне западного побережья о. Сахалин / **Table 1.** Chemical composition of two-year-old *S. japonica* caught in the coastal zone of the western coast of the island Sakhalin

Описание образца, дата добычи, условия обработки, сушки	Содержание, % в расчете на сухое вещество				
	сумма органических	углеводов	альгиновой кислоты	азотистых, (N×6,25)	минеральных
Тепловая сушка в сушилках, оснащенных газовыми воздухонагревателями (t 60-450С)					
ССС (26.05.15 г.)	69,5	59,3	23,2	10,2	30,5
ССС (19.06.15 г.)	69,2	57,8	24,9	11,4	30,8
ССС (20.08.15 г.)	69,4	62,3	24,4	7,1	30,6
ШСС (20.08.15 г.)	71,5	63,8	31,5	7,7	28,5
Тепловая сушка с инфракрасным излучением (ИК – сушка, t 800С)					
ШВС (14.10.15 г.)	77,7	69,4	32,0	8,3	22,3

**Цель исследований:** установление возможности повышения КГ сушёной шинкованной ламинарии (*S. japonica*), при максимальном сохранении в ней природных биологически активных веществ.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для установления оптимальных условий предварительной обработки водорослей проведены исследования на сахарине *Saccharina japonica* (= *Laminaria japonica*, Aresch.) естественных популяций, которые были добыты в промысловый период в 2015-2016 гг. в прибрежной зоне западного побережья о. Сахалин. Были использованы образцы продукции, которые не подвергались дополнительной обработке (за исключением промывания слоевищ в морской воде, их сушки и разделанных слоевищ, шинкованных на кусочки размером 0,5×7,0 см), изготовленные на предприятии ООО РПГ «БИНОМ», г. Анива, о. Сахалин. В качестве объектов сравнения использовали ламинарию, культивируемую на водорослевых плантациях в прибрежной зоне Желтого моря, Китай (КНР), в виде сушёной шинкованной ламинарии, а также – цельного слоевища, полученного в качестве подарка с выставочного стенда КНР Международной выставки «World Food», г. Москва.

Экспериментальные образцы:

1. Слоевища сырьё-сушёные – ССС; шинкованные сырьё-сушёные – ШСС; шинкованные варёно-сушёные – ШВС (Сахалин);

2. Кусочки сахарины сушёной (дроблённые слоевища) – обработанные водой, раствором хлорида

натрия и раствором гидрокарбоната натрия (пищевая сода), (Сахалин);

3. Сушёная, шинкованная на полоски вдоль слоевища, ламинария, закупленная от разных производителей, и цельное слоевище (КНР).

В работе были использованы стандартные и современные инструментальные методы исследований. Отбор проб проводили по ГОСТ 31413 (каждый образец измельчали на лабораторной мельнице до размера частиц 2-3 мм и хранили до анализа в чистых, сухих, герметично укупоренных стеклянных банках). Исследования химического состава (содержание воды, минеральных веществ, йода), а также содержание альгиновой кислоты проводили по ГОСТ 33331, ГОСТ 31413 и методикам, изложенных в МУК [6]. Содержание азотистых веществ (белка) определяли методом Кельдаля с применением автоанализатора шведской фирмы FOSS Analitical AB, модель FOSS 2300, рассчитывали содержание белка по количеству общего азота с применением коэффициента ( $N_{\text{общ}} \times 6,25$ ). Органолептические показатели оценивали по внешнему виду, вкусу, запаху и консистенции по ГОСТ 31412. Определение степени набухания или коэффициента гидратации (КГ) сушёной *S. japonica* были проведены методом восстановления навески кусочков или шинкованной *S. japonica* в воде при комнатной температуре в течение 6 часов. Остаток жидкости сливали в течение 10-15 минут. Восстановленные (набухшие) кусочки *S. japonica* взвешивали.

**Таблица 2.** Органолептическая характеристика и коэффициент гидратации *S. japonica* двухлетней, добытой в прибрежной зоне западного побережья о. Сахалин /

**Table 2.** Organoleptic characteristics and hydration coefficient (HC) of two-year-old *S. japonica* obtained in the coastal zone of the western coast of the island Sakhalin

Описание образца (дата сбора, способ обработки, сушки)	Органолептическая характеристика <i>S. japonica</i> двухлетней		КГ
	сушёной	восстановленной в воде	
Тепловая сушка в сушилках, оснащенных газовыми воздухонагревателями (т 60-450°C)			
Слоевища сырьё-сушёные – ССС (26.05.15 г.)	Плотные, лентообразные пластины и куски длиной не менее 15 см. Поверхность чистая, без отложений. Цвет зеленовато-бурый. Запах свойственный.	Цвет буро-оливковый с зеленоватым оттенком, поверхность блестящая. Консистенция плотная, хрустящая. Запах свойственный. Вкус приятный, сладковато-грибной, соответствует природной сахарине.	7,1/ 8,0*
Слоевища сырьё-сушёные – ССС (19.06.15 г.)	Плотные, лентообразные пластины. Поверхность чистая, без отложений. Цвет светло-оливковый. Запах свойственный.	Цвет буро-оливковый с зеленоватым оттенком. Консистенция плотная, хрустящая. Запах свойственный. Вкус приятный, сладковатый, соответствует природной сахарине.	7,6/ 8,0*
Слоевища сырьё-сушёные – ССС (20.08.15 г.)	Плотные кожистые, лентообразные пластины и куски длиной не менее 15 см. Поверхность чистая, без отложений. Цвет темно-оливковый. Запах свойственный.	Цвет буро-оливковый. Консистенция плотная, хрустящая. Запах свойственный. Вкус приятный, сладковатый, соответствует природной сахарине.	9,7/ 10,8*
Шинкованные сырьё-сушёные – ШСС (20.08.15 г.)	Полоски, нарезанные поперёк слоевища. Без посторонних включений. Цвет темно-бурый. Запах свойственный.	Цвет буро-оливковый. Консистенция плотная, хрустящая. Запах свойственный. Вкус приятный, сладковатый, соответствует природной сахарине.	10,7/ 12,4*
Тепловая сушка с инфракрасным излучением (ИК – сушка, т 80°C)			
Шинкованные варёно-сушёные – ШВС (14.10.15 г.)	Полоски, нарезанные поперёк слоевища. Без посторонних включений. Цвет темно-бурый. Запах свойственный.	Цвет буро-оливковый. Консистенция очень плотная, хрустящая. Запах свойственный. Вкус приятный, сладковатый, соответствует природной сахарине.	10,8/ 11,9*

Примечание: \* – расчёт КГ на абсолютно сухое вещество.

**Таблица 3.** Органолептическая характеристика и коэффициенты гидратации (КГ) ламинарии от некоторых компаний КНР / **Table 3.** Organoleptic characteristics and hydration coefficients (HC) of kelp from some Chinese companies

Наименования некоторых компаний КНР, выпускающих сушёную ламинарию	Органолептическая характеристика ламинарии от некоторых компаний КНР		Время восстановления, мин.	КГ
	сушёной	восстановленной в воде		
Minhou Country Yiahe Food Co, LTD (КНР) (сушёная шинкованная)	Полоски различной длины, цвет от светло- до тёмно-зелёного с беловатым налётом. Запах характерный для сушёных водорослей. Полоски тонкие, ломкие.	Цвет зелёный, свойственный ламинарии одногодичной. Запах водорослевый. Консистенция мягкая. Вкус не соответствующий.	35	22,3/ 25,7*
Fuzhou Hailin Foods Co, LTD (КНР). Sun Dried Shredded Kelp Шинкованные водоросли сушёные на солнце.	Полоски различной длины. Цвет темнокоричнево-чёрный с беловатым налётом, значительное количество посторонних примесей. Полоски очень тонкие, ломкие.	Цвет полосок от темно-бура-коричневого до чёрного. Консистенция мягкая, при надавливании структура разрушается. Вкус не соответствующий.	180	9,2/10,6*
Rongcheng jingyi food Co, LTD (КНР), (сушёные на солнце).	Тонкие полоски, нарезанные вдоль слоевища. Цвет тёмно-коричневый с белым налётом. Запах неопределённый, полоски очень тонкие, ломкие.	Цвет тёмно-коричневый с белым налётом. Запах не свойственный, полоски очень тонкие, дряблые. Вкус не соответствующий.	40	15,1/ 17,4*
Henan Signi Imp/Exp Co, LTD, (сушёная морская капуста), КНР, imp/exp	Полоски различной длины. Цвет от светло- до темно-коричневого с белым налётом. Запах слабый водорослевый с посторонним затхлым, полоски очень тонкие ломкие.	Цвет от светло- до темно-коричневого, чёрного с белым налётом. Запах слабый водорослевый с посторонним затхлым, полоски очень тонкие дряблые.	30	16,4/ 19,2*
Сушёное слоевище ламинарии. Урожай собран с плантации в мае 2015 г. Культивируемая на подвесной плантации в одногодичном цикле в прибрежной зоне Жёлтого моря, КНР.	Цельное слоевище, средней жесткости, упруго-эластичное. Цвет буровато-зелёный. Запах водорослевый, свойственный.	Цвет буро-оливковый с зеленоватым оттенком, блестящий. Консистенция плотная, хрустящая. Запах свойственный. Вкус приятный, сладковато-грибной соответствует ламинарии.	180	8,5/ 10,0*

Примечание: \* – расчёт на абсолютно сухое вещество.

Коэффициент гидратации (КГ) рассчитывали по формуле:

$$КГ = M_2 / (M_1 \times (100-w)) \times 100 \quad (1)$$

$m_1$  – масса (навеска) водоросли (или продукта), взятого для восстановления (гидратации) в воде, г;

$m_2$  – масса восстановленной водоросли (или продукта), г;

$100/(100-w)$  – перерасчёт на абсолютно сухую навеску водоросли (или продукта), взятой на определение КГ, где  $w$  – массовая доля воды в водоросли (или продукции), взятой для восстановления, %.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В составе химических компонентов *S. japonica* содержатся альгинаты, фукоиданы, маннит, комплекс минеральных веществ, клетчатка, йод, полифенолы, пигменты, витамины, а также – высококачественные протеины, состоящие из 18 аминокислот, в их числе – 9 незаменимых [8; 9; 4]. При замачивании сушёных водорослей в воде, аминокислоты, а также маннит, фукоидан, полифенолы, жизненно необходимые микроэлементы, минеральные и некоторые органические формы йода, водорастворимые витамины и альгинаты в значительной степени экстрагируются и могут быть утеряны.

Результаты исследований химического состава *S. japonica* двухлетней естественной популяции, показали стабильно высокое содержание йода, минеральных веществ, суммы органических, в том числе, углеводов. При этом для образца (ШВС, 14.10.15 г.) баланс показателей несколько изменяется: содержание йода и минеральных веществ уменьшается, а содержание альгиновой кислоты увеличивается, что характерно для представленных условий обработки сахарины (табл.1).

Органолептическая оценка и коэффициент гидратации двухлетней *S. japonica* после восстановления в пресной воде, приведена в таблице 2.

КГ *S. japonica*, добытой в прибрежной зоне западного побережья о. Сахалин, составляет 7,1-7,6-9,7 для слоевищ и для шинкованной – 10,7-10,8, что вполне закономерно для двухлетних слоевищ *S. japonica*, собранных в мае, июне и в августе, высушанных без какой-либо дополнительной обработки, кроме промывания их в морской или пресной воде, для удаления загрязнений и посторонних примесей. Коэффициент гидратации – это очень важный показатель для производителя пищевой продукции, поскольку именно от него, в большой степени, зависит выход конечных продуктов. Но, с другой стороны, этот же показатель свидетельствует о том, насколько сохранены в *S. japonica* или потеряны в процессе предобработки биологически активные

компоненты, из-за которых она так ценится. Так как известно, что основная часть БАВ *S. japonica* – это растворимые в воде вещества, то, очевидно, что чем выше КГ, тем меньше в *S. japonica* полезных веществ, за исключением альгинатов и клетчатки. Кроме того, следует принимать во внимание тот факт, что природой *S. japonica* предусмотрен двухлетний жизненный цикл, а также – определённая цикличность биосинтеза органических веществ и накопления минеральных веществ [10]. С другой стороны, ламинария, выращиваемая в одногодичном цикле, не синтезирует органические вещества в том же количестве и качестве, как двухлетняя [11], так как продолжительность биосинтеза одногодичной *S. japonica* значительно сокращена по сравнению с *S. japonica* двухлетней природной.

КГ для двухлетних природных сушёных слоевищ колеблются в пределах 7,6-10,8 (табл. 2), что соответствует таковым показателям для сушёной сахарины, добытой в указанные сроки. Несмотря на отличающиеся способы обработки *S. japonica*, добытой 20 августа 2015 г. (шинкованная сырьё-сушёная и слоевища сырьё-сушёные) КГ для них очень близки по показателям (9,7 и 10,7) и заметно выше, по сравнению с образцами (сушёные слоевища), которые собраны в мае-июне.

При визуальном осмотре образцов сушёной шинкованной ламинарии, культивируемой в одногодичном цикле (КНР), были установлены их следующие органолептические показатели и КГ (табл. 3).

Данные химического состава шинкованной ламинарии, культивируемой в одногодичном цикле представлены в таблице 4.

При рассмотрении данных таблицы 4, следует обратить внимание, что содержание йода в образцах «Minhou Country Yiahe Food Co», «Rongcheng jingyi food Co, LTD», «Henan Signi Imp/Exp Co, LTD» составляет не более 0,01%. Эти данные напрямую свидетельствуют об очень глубокой обработке ламинарии. В слоевищах ламинарий, культивируемых в одногодичном цикле, без дополнительной обработки, содержание йода составляет не менее 0,1%. В результате многократной обработки ламинарии его содержание уменьшается в 10 раз. При этом в этих же образцах

снижено и содержание минеральных веществ. Очевидно, что удаляется их значительная часть (40-60%), а также других биоактивных веществ, в том числе – маннит, фукоидан, свободные аминокислоты, йодсодержащие, которые теряются в процессе водной или солевой обработки ламинарии, что приводит к значительному обеднению ими китайской одногодичной водоросли. Результаты анализа образца слоевища из КНР от 17 сентября 2015 г. свидетельствуют об отсутствии его глубокой обработки перед высушиванием: содержание йода – 0,1%, минеральных веществ – 30,4%, альгиновой кислоты – 25,0%, что соответствует данным химического состава ламинарии, культивируемой в одногодичном цикле.

Очевидно, что качественные показатели ламинарии, культивируемой в одногодичном цикле, производитель КНР, и, особенно, органолептические, отличаются от показателей двухлетних естественно растущих и высушенных образцов сахарины (ламинарии) (табл. 1, 2, 3).

Для определения возможности увеличения КГ *S. japonica* сушёной, измельченной на кусочки, была проведена серия экспериментов по её обработке в разных условиях (табл. 5).

При рассмотрении результатов исследований сушёных кусочков *S. japonica*, обработанных в различных условиях, три линейки обработки (1, 2, 3 в таблице 5), совершенно очевидно, что, при предварительной обработке солевым раствором или раствором соли с гидрокарбонатом натрия (пищевая сода), можно добиться КГ равного 22 и более (линейка 2, 3). При этом *S. japonica* теряет в массе до 80%, за счёт экстракции растворимых биологически активных веществ, таких как низкомолекулярные альгинаты, свободные аминокислоты, маннит, фукоидан, полифенолы, минеральные микро- и макроэлементы, йод, витамины и т.д.

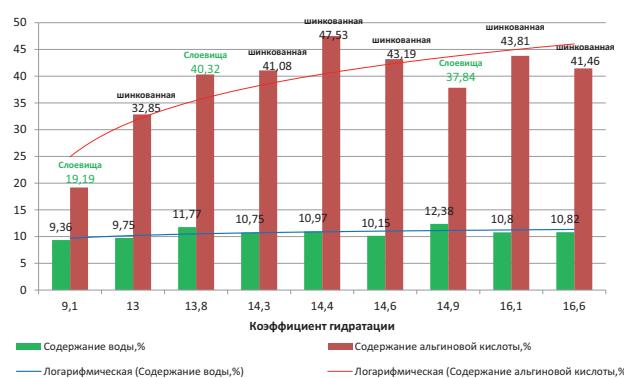
Обработка сушёной *S. japonica* водой (линейка 1) приводит к наименьшим потерям (54%) после всех её стадий, при этом КГ становится равным 16,9. Сохраняется упругая и хрустящая консистенция после всех стадий обработки у водорослей, замоченных в воде, тогда как у двух других образцов (линейка 2, 3) консистенция становится слишком мягкой

**Таблица 4.** Химический состав ламинарии, культивируемой в одногодичном цикле в КНР, от разных производителей / **Table 4.** Chemical composition of laminaria cultivated in a one-year cycle in China, from different manufacturers

Наименования некоторых компаний КНР, выпускающих сушёную ламинарию	Содержание, % в расчете на сухое вещество					
	сумма органических	углеводов	альгиновой кислоты	азотистых, ( $N_{общ} \times 6,25$ )	минеральных	йода
Minhou Country Yiahe Food Co, LTD (КНР), (шинкованная)	85,5	74,0	23,3	11,5	14,5	0,01
Fuzhou Hailin Foods Co, LTD (КНР). Sun Dried Shredded Kelp, (шинкованная)	70,9	53,6	28,8	11,3	29,1	0,06
Rongcheng jingyi food Co, LTD (КНР), (шинкованная)	82,4	70,9	34,4	11,5	17,6	0,01
Henan Signi Imp/Exp Co, LTD, KHP. imp/exp, (шинкованная)	85,6	73,7	28,3	11,9	14,4	0,01
Сушёное слоевище с плантации, сбор – май 2015 г. КНР. Выращенное в одногодичном цикле	69,6	54,9	25,0	14,7	30,4	0,1

**Таблица 5.** Изменения коэффициента гидратации (КГ), органолептических показателей и содержания компонентов *S. Japonica*, в зависимости от условий её обработки /  
**Table 5.** Changes in the hydration coefficient (KH), organoleptic parameters and content of *S. japonica* components depending on the conditions of its processing

Условия обработки	Дист. вода (рН 6,0)	р-р NaCl (рН 7,3) линейка	р-р NaCl + NaHCO <sub>3</sub> (рН 7,5)
Замачивание кусочков <i>S. japonica</i> в воде или в солевом растворе	1	2	3
т навески сухих водорослей (г) / объём р-ра (мл)	5,0/250	5,0/150	5,0/150
рН раствора	6,8	7,3	7,5
	2. Фильтрование		
т набухшей водоросли (г) / объём остатка р-ра (мл)	39,6/198	15,6/138	15,2/140
рН жидкости	6,4	6,0/6,6	7,5
КГ	7,9	3,1	3,0
Характеристика		Выделяется вязкая субстанция	
	3. Варка (20 минут в дистиллированной воде (200 мл))		
т водоросли после варки (г)	35,2	30,6	35,5
Объем жидкости после варки (мл)	172	162	136
рН жидкости	6,7	6,3	8,6
КГ	7,0	6,1	7,1
Органолептическая оценка	Хрустящие	Слишком мягкие, рыхлые Цвет темно-оливковый	
	4. Сушка (т 60°C)		
т водоросли после сушки (г)	2,3	2,4	2,3
Потери, %	54	52	54
	5. Повторное замачивание водоросли в воде		
объем воды (мл)	350	350	350
рН воды	6,8	6,8	6,8
	6. Фильтрование		
т набухшей водоросли (г)	39,0	53,3	52,1
Объем жидкости после фильтрования (мл)	290	271	272
рН жидкости	7,0	6,7	8,8
КГ	16,9	22,2	22,6
Органолептическая оценка	Упругие	Рыхлые, дряблые Цвет темно-оливковый	
	7. Повторная сушка (т 60°C)		
т водоросли (г)	1,9	1,8	1,7
Потери, %	17,0	25	26
Сумма потерь, %	71,0	77,0	80,0



**Рисунок 1.** Зависимость коэффициентов гидратации образцов *S. japonica* от содержания альгиновой кислоты и воды в них

Figure 1. Dependence of the hydration coefficients of *S. japonica* samples on the content of alginic acid and water in them

и рыхлой, аналогично консистенции ламинарии шинкованной культивируемой, производитель Китай (таблица 3). Исследование кусочков, полученных из слоевищ *S. japonica* сушёной, показало, что их КГ равно 8 (табл. 2) и при этом продукция содержит в своём составе весь комплекс БАВ (табл. 1), за что она и ценится.

На рисунке 1 представлены данные, демонстрирующие зависимость КГ сушёной *S. japonica* от содержания в ней альгиновой кислоты, а также – воды, как в сырь-сушёных, так и в обработанных образцах водоросли. В связи с зависимостью КГ от содержания воды в продукте, для получения достоверных и сравнимых результатов необходимо проводить перерасчет КГ на абсолютно сухое вещество по формуле, представленной в этой статье в «Материалах и методах».

## ВЫВОДЫ

Представленные результаты показывают, что управлять способностью к гидратации и увеличивать КГ сушёной *S. japonica* – это реальная возможность.

При этом, для значительного увеличения КГ, необходимо проводить серию предобработок сырья. Однако следует решить, что важнее – КГ равный 20-26 и практически полное удаление экстракцией растворимых БАВ из *S. japonica* или принять более низкий КГ от 8 до 14, при которых в тканях *S. japonica* удаётся сохранить от 90 до 50% БАВ, придающих вкус ламинариевым водорослям и определяющих их биологическую ценность, за которую они так высоко ценятся.

При достаточно высоком содержании БАВ в *S. japonica* создаётся реальная возможность получения продукции широкого спектра, начиная от прямого использования в пищу до производства специализированной пищевой продукции (СПП), биологически активных добавок к пище (БАД), фармацевтической, медицинской, пищевых добавок и других продуктов.

*Работа выполнена в рамках договора № 93/15Б7011 на выполнение научно-исследовательских работ (НИР) по теме: «Разработать научно-обоснованные рекомендации по рациональному использованию ламинарий Сахалино-Курильского региона, включая способы первичной обработки сырья и выпуск сушёной и иной продукции».*

*The work was carried out within the framework of contract No. 93/15B7011 for the performance of scientific research (R&D) on the topic: "To develop scientifically-based recommendations for the rational use of Laminaria in the Sakhalin-Kuril region, including methods of primary processing of raw materials and the production of dried and other products."*

**Благодарность:** выражаем искреннюю признательность работникам ООО РПГ «БИНОМ» за безупречно выполненные работы по предварительной обработке свежедобытой ламинарии, высушиванию тепловым методом и методом инфракрасной (ИК) сушки.

**Gratitude:** we express our sincere gratitude to the employees of RPG "BINOM" LLC for the flawlessly performed work on the pretreatment of freshly harvested kelp, drying by thermal method and infrared (IR) drying.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад в работу авторов:** Подкорытова А.В. – идея экспериментальных работ, написание статьи и интерпретация данных, выводы; Рощина А.Н. и Родина Т.В. – проведение химико-технологических исследований, обработка данных, участие в обработке материалов статьи; Котельникова Л.Х. – обработка материалов исследований, интерпретация данных, участие в написании.

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

**Contribution to the work of the authors:** Podkorytova A.V. – the idea of experimental work, writing an article and interpretation of data, conclusions; Roshchina A.N. and Rodina T.V. – conducting chemical and technological research, data processing, participation in the processing of the materials of the article; Kotelnikova L.H. – processing research materials, interpretation of data, participation in writing.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/

### REFERENCES AND SOURCES

- Подкорытова, А.В. Морские бурые водоросли – перспективный источник БАВ для медицинского, фармацевтического и пищевого применения / А.В. Подкорытова, А.Н. Рошина // Труды ВНИРО. – 2021. – Т. 186. – С. 156-172. – DOI 10.36038/2307-3497-2021-4-156-172.
- Podkorytova, A.V. Marine brown algae – a promising source of BAS for medical, pharmaceutical and food applications / A.V. Podkorytova, A.N. Roshchina // Proceedings of VNIRO. – 2021. – Vol. 186. – Pp. 156-172. DOI 10.36038/2307-3497-2021-4-156-172.
- FAO, 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA). Rome, Italy. 223 p. ISBN: 978-92-5-132758-6.
- FAO, 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA). Rome, Italy. – 223 p. ISBN: 978-92-5-132758-6.
- Подкорытова, А.В. Кормовые добавки из морских водорослей и продуктов их переработки // А.В. Подкорытова, Л.Х. Вафина, Т.А. Игнатова. – М.: Изд-во ВНИРО, 2017. – 70 с.
- Podkorytova, A.V. Feed additives from seaweed and products of their processing // A.V. Podkorytova, L.H. Vafina, T.A. Ignatova. – M.: VNIRO Publishing House, 2017. – 70 p.
- Аминина, Н.М. Морские растения – перспективный источник кормов и удобрений для сельского хозяйства / Н.М. Аминина, В.Н. Акулин, Е.В. Якуш // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 5. – С. 67-70. – DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-67-70.
- Aminina, N.M. Marine plants – a promising source of feed and fertilizers for agriculture / N.M. Aminina, V.N. Akulin, E.V. Yakush // Fisheries. – 2020. – No. 5. – Pp. 67-70. DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-67-70.
- ФАО. Fishery and Aquaculture Statistics. Global production by production source 1950-2019 (Fish Stat J). In: FAO Fisheries Division [online]. Rome. Updated 2021.
- FAO. Fisheries and Aquaculture Statistics. Global production by production source 1950-2019 (Fish Stat J). In: FAO Fisheries Division [online]. Rome. Updated, 2021.
- Подкорытова, А.В. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов / А.В. Подкорытова, И.А. Кадникова // Вып.
- Руководство по современным методам исследований морских водорослей, трав и продуктов их переработки. – М.: ВНИРО, 2009. – 108 с.
- Podkorytova, A.V. Quality, safety and methods of analysis of products from hydrobiants / A.V. Podkorytova, I.A. Kadnikova // Issue 3. A guide to modern methods of research of seaweed, herbs and products of their processing. – M.: VNIRO, 2009. – 108 p.
- Сафонова Т.М. Справочник дегустатора рыбы и рыбной продукции. / Т.М. Сафонова. – М.: ВНИРО, 1998. – 224 с.
- Safronova, T.M. Guide taster of fish and fish products. / T.M. Safronova. – M.: VNIRO, 1998. – 224 p.
- Подкорытова, А.В. Морские водоросли-макрофиты и травы / А.В. Подкорытова. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005 – 175 с.
- Podkorytova, A.V. Marine algae-macrophytes and herbs / A.V. Podkorytova. – M.: VNIRO Publishing House, 2005 – 175 p.
- Подкорытова, А.В. Бурые водоросли порядков *Laminariales* и *Fucales* Сахалино-Курильского региона: запасы, добыча, использование / А.В. Подкорытова, А.Н. Рошина, Н.В. Евсеева, А.И. Усов [и другие] // Труды ВНИРО – 2020. – Т. 181. – С. 202-223. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-235-256.
- Podkorytova, A.V. Brown algae of the orders *Laminariales* and *Fucales* of the Sakhalin-Kuril region: reserves, extraction, use / A.V. Podkorytova, A.N. Roshchina, N.V. Evseeva, A.I. Usov [and others] // Proceedings of VNIRO – 2020. – Vol. 181. – Pp. 202-223. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-235-256.
- Подкорытова, А.В. Сезонная динамика взаимодействия минеральных элементов с альгиновой кислотой в ламинарии японской / А.В. Подкорытова, Н.М. Аминина, М.В. Симоконь. – Исследования по технологии гидробионтов дальневосточных морей. – Владивосток: Изд. ТИНРО, 1986. – С. 84-91.
- Podkorytova, A.V. Seasonal dynamics of interaction of mineral elements with alginic acid in Japanese kelp / A.V. Podkorytova, N.M. Aminina, M.V. Simokon. – Research on the technology of hydrobiants of the Far Eastern seas. – Vladivostok: TINRO Publishing House, 1986. – Pp. 84-91.
- Аминина, Н.М. Сезонная динамика химического состава *Laminaria japonica*, культивируемой у берегов Приморья // Н.М. Аминина, А.В. Подкорытова / Растворимые ресурсы. – Л.: Наука, 1992. – Т. 28, Вып. 3. – С. 137-140.
- Aminina, N.M. Seasonal dynamics of the chemical composition of *Laminaria japonica* cultivated off the coast of Primorye // N.M. Aminina, A.V. Podkorytova / Plant resources. – L.: Nauka, 1992. – Vol. 28, Issue 3. – Pp. 137-140.

## Петр Трифонович Саранчук

(20.07.1940 – 18.01.2023)

На 83 году ушел из жизни известный ветеран отечественного рыбного хозяйства, эффективный организатор и руководитель трудовых коллективов, огромной души человек, всегда сохраняющий стержень в своем характере.

Вся его трудовая жизнь, служение избранному делу – это одна из многих страниц яркой истории послевоенного периода развития рыбного хозяйства страны, локомотивом которого всегда был и остается рыбопромысловый флот, определяющий вектор, объемы и темпы отраслевого движения. Одной из наиболее распространенных рыбакских специальностей, как на флоте, так и на берегу, объективно считается «технолог по обработке рыбы».

Судьбе было угодно, чтобы уроженец станицы Старовеличковская Краснодарского края – жительницы страны, связал свою трудовую жизнь с «голубой нивой».

Выбор места обучения – Астраханский технический институт рыбной промышленности и хозяйства (Астррыбтуз), как и рыбохозяйственной специальности, был осознанным, а процесс овладения знаниями – организационно целеустремленным и ответственным.

Завершив учебу на факультете «Технология обработки рыбы» и получив диплом по специальности «инженер-технолог», молодой выпускник распределился на работу в Севастопольское управление океанического флота системы Азово-Черноморского Главка «Азчеррыба».

В течение 16 лет он последовательно прошел путь от рыбмастера РТМ-Т, помощника капитана-директора, заместителя капитана-директора по производству ПДПКЗ, заместителя директора рыбоконсервного комбината до начальника отдела производства рыбной продукции Главка «Азчеррыба».

Приобретенный практический опыт, познание особенностей организации производства на флоте, берегу, овладения основами управления коллективом в первичном и среднем звене отраслевой системы, а главное, позитивные результаты работы, стабильно достигаемые молодым, но уже достаточно зрелым организатором и руководителем, были его лучшей аттестацией в карьерном росте и профессиональном становлении.

В 1978 году Петра Трифоновича переводят в центральный аппарат Минрыбхоза СССР и назначают на должность заместителя начальника Управления производства рыбной продукции и новой технологии.

В 1984 году П.Т. Саранчука назначают начальником Управления производства рыбной продук-



ции, новой технологии и одновременно, распоряжением Правительства СССР, он вводится в состав Коллегии Минрыбхоза СССР.

Все годы его работы в подразделениях, ответственных за производство продукции улучшенного качества, расширенного ассортимента в мелкой потребительской таре, пришлись на период активного развития океанического рыболовства, освоения новых промысловых районов и объектов добычи.

В годы «перестройки» товарный дефицит обострился во всем, в том числе и по рыбопродуктам. В 1985 году П.Т. Саранчука назначают руководителем Всесоюзного рыбопромышленного объединения «Союзрыбпромсбыт», членом Коллегии Минрыбхоза СССР.

За 6 лет работы в этой должности, под его руководством оптово-розничная система отрасли сделала все возможное не только для сохранения ранее достигнутых рубежей снабжения населения рыбовтоварами, но и дальнейшего улучшения в количественных и качественных параметрах.

За достигнутые успехи в развитии рыбного хозяйства и личный вклад в решение проблемы продовольственного снабжения населения рыбой и рыбовтоварами Указом Президиума Верховного Совета СССР Петр Трифонович Саранчук в 80-е годы был награжден орденом «Дружба народов».

Выходя на заслуженный отдых, Петр Трифонович не потерял связи с отраслью, коллегами по совместной работе, переживал за кризисное состояние и искренне радовался, наступившей во второй половине первого десятилетия нового века, стабилизации и последующего поступательного развития рыбного хозяйства России.

В нашей памяти Петр Трифонович Саранчук останется светлой, благородной личностью неутомимой энергии, притягивающего обаяния, человека любия.

**Ветераны рыбного хозяйства СССР и России**