

RYBNOE HOZYAJSTVO (FISHERIES)

No 06/2023

**Scientific, practical
and production journal**
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,
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

Zilanov V.K. – Candidate of Biological Sciences, full member
of MANEB, Professor, Honorary Doctor of the Moscow State
Technical University, Chairman of the Sevryba CC

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 GmbH),
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

Ostromov 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

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

MARITIME POLICY

- 4 Fomin K.Yu., Belyaev V.A.** International Organization
for Fisheries in the North Atlantic:
Features of fishing Regulation
at present and in the near future
12 Kurmazov A.A. Formation
and modern structure
of fisheries science in Japan

ECOLOGY

- 23 Pedchenko A.P.** Preliminary
results of observations
of microplastics during ice
formation in the Kara Sea
28 Vorobyev V.V. Ecological and
epigenetic impact on artificially
bred Pacific salmon of the genus
Oncorhynchus
42 Nikiforov-Nikishin D.L.,
Gavirova L.A.,
Shcherbakova P.A.,
Shestakov A.I., Davydova O. A.,
Serezhkin I. N. Safety of the oil
destructor microorganism as
a component of a new biological
preparation for the main links
of marine model Hydrobiocenoses
50 Ivanov D.V. Relevance of ecological
analysis of the environment
in case of oil and petroleum
products pollution
53 Tsarev A.V., Popova E.O.,
Erin O.N. Analysis of the impact
of temperature changes on aquatic
biological resources and the quality
of their habitat on the example
of the Black Sea

ECONOMICS AND BUSINESS

- 58 Kolonchin K.V., Titova G.D.** The System of National Accounts:
Development in Historical
Retrospect
65 Balashov V.V., Volvenko I.V.,
Zilanov V.K., Fomin A.V.,
Yanovskaya N.V. About and
consumption of fish products
by the population of Russia

CONGRATULATIONS!

- 75 Vyacheslav Konstantinovich
Zilanov is 85 years old**

BIORESOURCES AND FISHERIES

- 76 Datsky A.V., Antonov N.P.,**
Savin A.B. The current state
of Pacific cod stocks in the
northwestern part of the Bering
Sea and prospects for its fishing
85 Klinushkin S.V., Metelev E.A.,
Smirnov A.A., Kharitonov A.V.
The blue crab *Paralithodes platypus*
is a sought-after object of crab

fishing in the northwestern part
of the Sea of Okhotsk (in the North
Okhotsk subzone)

- 90 Lisienko S. V.** North-Kuril zone:
"user composition" of a commercial
resource – pollock from 2015
to 2022
96 Aseeva N.L., Smirnov A.A.
Myxosporeans of greening fish
of the Far Eastern seas

INTERNAL RESERVOIRS

- 103 Frenkel S.E., Kutsanov K.V.,**
Gerasimov A.G., Mitiello A.V.
Fishing and the state of gammarid
stocks in the lakes of the Kurgan
region in 2000-2022
110 Aldushin A.V., Novozhilov O.A.
Hydroacoustic assessment
of conditions of spawning
migrations of fish on the example
of the Prokhladnaya River
in the Kaliningrad Region
114 Nikitenko A.I., Tyulin D.Yu.,
Goryachev D.V., Smirnov A.A.,
Uskova S.S., Khristenko G.I.,
Eremkin S.S., Zharikova V.Yu.,
Stroganov A.N. The current state
of the fodder base of the Dnieper
River section within the Smolensk
region

AQUACULTURE

- 122 Matrosova I.V., Panchishina E.M.,**
Politaeva A.A., Kornienko N.I.
Optimization of approaches
in the development
of microbiological feed
for aquaculture
127 Selyukova S.A., Pishchenko E.V.,
Efremova E.V., Mirzabaev D.A.,
Selyukov A.G. Increasing the
biopotential of juvenile muksun
Coregonus muksun by ultra-weak
pulsed magnetic fields in fish
farming conditions
135 Zinchenko A.A., Shindavina N.I.,
Yezhkov V.S. Prerequisites
for the selection of two-year-old
female rainbow trout, according
to the timing and multiplicity
of maturation, when growing
in a closed water supply installation
141 Moruzi I.V., Eliseeva E.A.,
Razakov N.N., Bochkarev N.A.,
Pishchenko E.V. Results of genetic
analysis of the breeding nucleus
of the Sarboy carp

FISHING EQUIPMENT AND FLEET

- 150 Barinov V.V., Osipov E.V., Ivanko**
N.S., Gribov A.C., Komkov A.S.
Improving the fishing of Pacific
squid (*Todarodes pacificus*) using
light sources

№ 06/2023

**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 Росрыболовства

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ
РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА**

Колончин 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 технологий продуктов питания
Багров А.М. – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор

Бубуц Э.В. – доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «РГАУ-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

Жигин 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 «Севрыбы»

Кокорев Ю.И. – кандидат экономических наук, Дмитровский рыбхозяйственный технологический Институт ФГБОУ ВО «АГТУ» Профессор кафедры гуманитарно-экономические дисциплины

Мезенкова 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 (UBF GmbH), Альтландсберг, Германия

Орлов А.М. – доктор биологических наук, доцент, ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН», заведующий лабораторией океанической ихтиофауны

Острумов 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

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

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)

Харепко 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 университета им. Иммануила Канта

НАД ВЫПУСКОМ РАБОТАЛИ:

Главный редактор: Филиппова С.Г.

Менеджер по рекламе: Маркова Д.Г.

Дизайн и вёрстка: Козина М.Д.

МОРСКАЯ ПОЛИТИКА

- 4 Фомин К.Ю., Беляев В.А. Международная организация по рыболовству в Северной Атлантике: особенности регулирования промысла в настоящее время и в ближайшей перспективе
- 12 Курмазов А.А. Формирование и современная структура рыбохозяйственной науки Японии

ЭКОЛОГИЯ

- 23 Педченко А.П. Предварительные результаты наблюдений микропластика в период ледообразования в Карском море



- 28 Воробьев В.В. Экологическое и эпигенетическое воздействие на искусственно разводимых тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*
- 42 Никифоров-Никишин Д.Л., Гавирова Л.А., Щербакова П.А., Шестаков А.И., Давыдова О. А., Сережкин И. Н. Безопасность микроорганизма деструктора нефти, как компонента нового биологического препарата для основных звеньев морских модельных гидробиоценозов
- 50 Иванов Д.В. Актуальность экологического анализа окружающей среды при загрязнении нефтью и нефтепродуктами
- 53 Царёв А.В., Попова Е.О., Ерина О.Н. Анализ воздействия изменения температуры на водные биоресурсы и качество среды их обитания на примере Черного моря

**ЭКОНОМИКА И БИЗНЕС**

- 58 Колончин К.В., Титова Г.Д. Система национальных счетов: развитие в исторической ретроспективе
- 65 Балашов В.В., Волченко И.В., Зиланов В.К., Фомин А.В., Яновская Н.В. О потреблении рыбной продукции населением России

ПОЗДРАВЛЯЕМ**75** Зиланову Вячеславу Константиновичу – 85 лет**БИОРЕСУРСЫ И ПРОМЫСЕЛ****76** Датский А.В., Антонов Н.П., Савин А.Б.

Современное состояние запасов тихоокеанской трески в северо-западной части Берингова моря и перспективы ее промысла

85 Клинушкин С.В., Метелёв Е.А., Смирнов А.А., Харитонов А.В. Синий краб *Paralithodes platypus* – востребованный объект крабового промысла в северо-западной части Охотского моря (в Северо-Охотоморской подзоне)**90** Лисиенко С. В. Северо-Курильская зона: «пользовательский состав» промыслового ресурса – минтай с 2015 по 2022 годы**96** Асеева Н.Л., Смирнов А.А. Миксоспоридии терпуговых рыб дальневосточных морей**ВНУТРЕННИЕ ВОДОЕМЫ****103** Френкель С.Э., Куцанов К.В., Герасимов А.Г., Митителло А.В. Промысел и состояние запасов гаммарид в озерах Курганской области в 2000-2022 годах**110** Алдушин А.В., Новожилов О.А.

Гидроакустическая оценка условий нерестовых миграций рыб на примере реки Прохладной Калининградской области

114 Никитенко А.И., Тюolin Д.Ю., Горячев Д.В., Смирнов А.А., Ускова С.С., Христенко Г.И., Ерёмкин С.С., Жарикова В.Ю., Строганов А.Н. Современное состояние кормовой базы участка реки Днепр в пределах Смоленской области**АКВАКУЛЬТУРА И ВОСПРОИЗВОДСТВО****122** Матросова И.В., Панчишина Е.М., Политаева А.А., Корниенко Н.Л. Оптимизация подходов при разработке микробиологических кормов для аквакультуры**127** Селюкова С.А., Пищенко Е.В., Ефремова Е.В., Мирзабаев Д.А., Селюков А.Г. Повышение биопотенциала молоди муксуна *Coregonus muksun* сверхслабыми импульсными магнитными полями в условиях рыбоводного хозяйства**135** Зинченко А.А., Шиндавина Н.И., Ежков В.С. Предпосылки для селекции двухгодовалых самок радужной форели, по срокам и кратности созревания, при выращивании в установке замкнутого водоснабжения**141** Морузи И.В., Елисеева Е.А., Разоков Н.Н., Бочкарев Н.А., Пищенко Е.В. Результаты генетического анализа племенного ядра сарбоянского карпа**ТЕХНИКА РЫБОЛОВСТВА И ФЛОТ****150** Баринов В.В., Осипов Е.В., Иванко Н.С., Грибов А.Е., Комков А.С. Совершенствование промысла тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) с использованием источников света**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 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:** 20.11.2023. 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:** filippova@fisheriesjournal.ru; rh-1920@mail.ru**Сайт:** 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 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.

Международная организация по рыболовству в Северной Атлантике: особенности регулирования промысла в настоящее время и в ближайшей перспективе

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-4-11 EDN jrpvju

Обзорная статья
УДК 327.7; 639.22/.23

Фомин Константин Юрьевич – главный специалист, Полярный филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ПИНРО» им. Н.М. Книповича), fomin@pinro.ru, Мурманск, Россия

Беляев Владимир Алексеевич – доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по научной работе, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия

Адреса:

1. Полярный филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ПИНРО» им. Н.М. Книповича) – 183038, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, 6
2. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») – 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация.

В статье описывается район, регулирование промысла в котором осуществляет Организация по рыболовству в Северо-Западной Атлантике (НАФО), используемые в настоящее время и предлагаемые к использованию меры регулирования промысла. Приводится анализ возможных регуляторных затруднений для российского промысла, которые способны представлять действующие и находящиеся в разработке правила рыболовства.

Ключевые слова:

Северо-Западная Атлантика, НАФО, правила рыболовства, уязвимые морские экосистемы, общий допустимый улов, индекс общего вылова, треска атлантическая, окунь-ключевач, окунь золотистый, окунь американский, палтус чёрный, скат, камбала длинная, камбала желтохвостая, налим белый, камбала-ёрш, мойва, кальмар северный короткопёрый, креветка северная, берикс низкотелый

Для цитирования:

Фомин К.Ю., Беляев В.А. Международная организация по рыболовству в Северной Атлантике: особенности регулирования промысла в настоящее время и в ближайшей перспективе // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 4-11. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-4-11 EDN jrpvju

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR FISHERIES IN THE NORTH ATLANTIC: FEATURES OF FISHING REGULATION AT THE PRESENT TIME AND IN THE NEAR FUTURE

Konstantin Y. Fomin – Chief Specialist, Polar Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography" (N.M. Knipovich PINRO State Research University), @fomin@pinro.ru, Murmansk, Russia

Vladimir A. Belyaev – Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work, All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia

Addressee:

1. Polar Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography" (N.M. Knipovich PINRO) – 183038, Murmansk, Akademika Knipovich str., 6

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

Annotation. This article describes the area where fisheries are regulated by the Northwest Atlantic Fisheries Organization (NAFO), as well as the regulatory measures for it, both currently in use and recommended for application. Possible regulatory setbacks for Russian fisheries presented by both actual and developing fishing rules are analyzed.

Keywords:

Northwest Atlantic, NAFO, fishing rules, vulnerable marine ecosystems, total allowable catch, total catch index, Atlantic cod, beaked redfish, golden redfish, Acadian redfish, Greenland halibut, skate, witch flounder, yellowtail flounder, white hake, American plaice, capelin, northern shortfin squid, northern shrimp, splendid alfonsino

For citation:

Fomin K.Yu., Belyaev V.A. International Organization for Fisheries in the North Atlantic: Features of fishing Regulation at the present time and in the near future // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 4-11.
DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-4-11 EDN jrpbjy

ВВЕДЕНИЕ

Северо-западная часть Атлантического океана представляет собой один из основных районов работы российского рыболовного флота. В настоящее время промысел ведётся преимущественно за пределами двухсотмильных экономических зон прибрежных государств, в зоне ответственности Организации по рыболовству в Северо-Западной Атлантике (Northwest Atlantic Fisheries Organization, NAFO – НАФО). Данная организация является одной из старейших международных структур, регулирующих промысел водных биологических ресурсов. Согласно Конвенции о сотрудничестве в области рыболовства в северо-западной части Атлантического океана, конвенционный район НАФО располагается на акватории к северу от 35°00' с.ш. и к западу от 42°00' з.д. вплоть до 59°00' с.ш., севернее которого восточная граница района ограничена 44°00' з.д. до побережья Гренландии [1]. К западу от Гренландии конвенционный район охватывает Дэвисов пролив и море Баффина, ограничиваясь к северу 78°10' с.ш. (рис. 1). Открытая часть конвенционного района называется Районом Регулирования и подвержена действию правил рыболовства (т.н. Conservation and Enforcement Measures, Меры Сохранения и Принуждения), разработка и корректировка которых является основным направлением деятельности НАФО [1].

В настоящее время странами-участницами НАФО являются Канада, Куба, Дания (представляет Гренландию и Фарерские о-ва), Европейский Союз, Франция (представляет о-ва Сен-Пьер и Микелон), Исландия, Япония, Норвегия, Республика Корея, Российская Федерация, Украина, Великобритания и США [1]. Наиболее важные заседания проходят дважды в год. В июне

традиционно собирается Научный Совет НАФО, формулирующий рекомендации для внесения изменений в правила рыболовства, а в сентябре проводится ежегодное заседание Комиссии НАФО, на котором рассматриваются полученные рекомендации и утверждаются поправки к нормативным документам, а также составляются специализированные запросы и принимаются административные решения. Третий из основных органов НАФО – Секретариат работает круглый год и отвечает за организацию заседаний Комиссии и Научного Совета, оперативный обмен информацией между странами-участницами, а также за контроль соблюдения правил рыболовства [1].

Целью данной работы является рассмотрение вопросов, связанных с организацией промысла в Районе Регулирования НАФО с учётом международной обстановки. Для достижения данной цели была поставлена задача – проанализировать основные направления в мерах по регулированию промысла, как действующих на сегодняшний день, так и находящихся в разработке, включая расчет общего допустимого улова и его деления на квоты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При работе над статьёй использовались отчёты о заседаниях различных подразделений НАФО, исследовательские публикации и нормативные документы, доступные на сайте Организации (www.nafo.int), а также отчёты российских наблюдателей на промысловых судах. Рассматриваемые вопросы, как правило, обсуждались в течение нескольких лет – сначала как результат деятельности специализированных Рабочих групп, затем как рекомендованные меры регулирования, и наконец, как

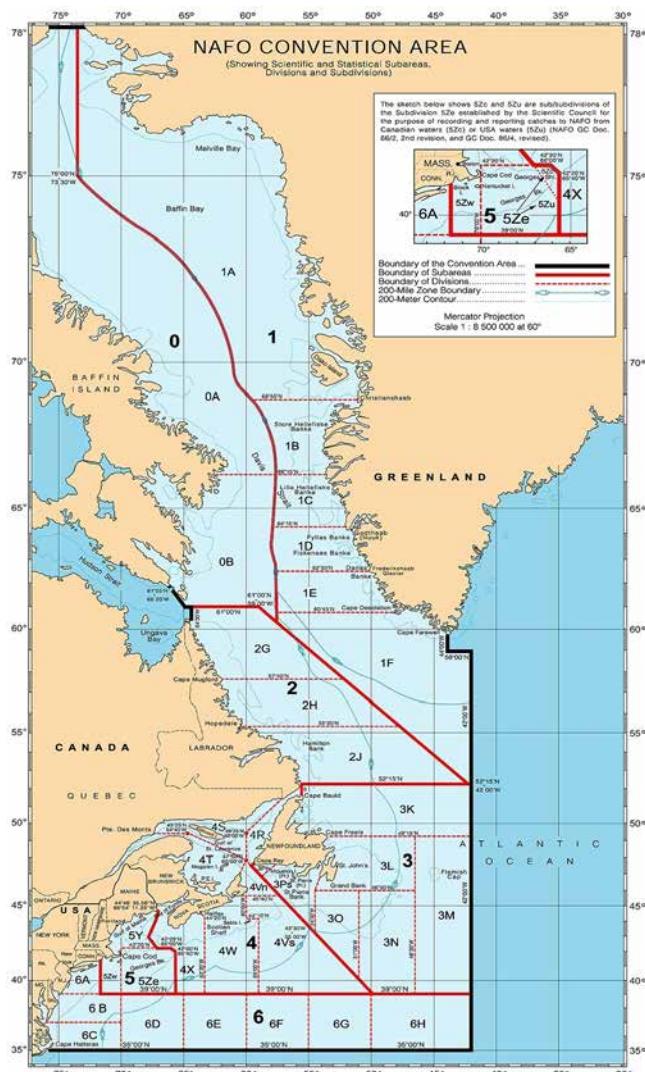


Рисунок 1. Район действия Конвенции о сотрудничестве в области рыболовства в северо-западной части Атлантического океана (с сайта Организации по рыболовству в северо-западной части Атлантического океана (НАФО) <http://www.nafo.int>)

Figure 1. The area of operation of the Convention on Cooperation in the Field of Fisheries in the North-West Atlantic Ocean (from the website of the Organization for Fisheries in the North-West Atlantic Ocean (NAFO) <http://www.nafo.int>)

применяемые на практике положения Мер по Сохранению и Принуждению на основании решений, принимаемых на ежегодной сессии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Базовым видом мер регулирования промысла в конвенционном районе НАФО является общий допустимый улов (ОДУ – TAC, Total Allowable Catch), который делится на квоты между странами-участницами, согласно Ст. 5 Мер Сохранения и Принуждения [2]. Ключ распределения квот, т.е. процентная доля того или иного вида от ОДУ, приходящаяся на каждую из стран, определяется, как правило, на основе исторической статистики вылова, но определённые доли дополнительно выделялись при-

брежным государствам, странам, чей флот был безальтернативно сосредоточен на промысле одного запаса, или развивающимся странам [3]. В 1992 г. был поднят вопрос о разделении квоты СССР между Российской Федерацией, как его правопреемником, и странами Балтии, которые запросили выделение для себя отдельных квот [4]. Несмотря на возражения с российской стороны, квоты для Эстонии, Латвии и Литвы были выделены. В настоящее время их доли включены в общую квоту Европейского союза. Украина была принята в НАФО в 1999 г. [5] и в настоящее время располагает только квотой на промысел морского окуня в микрорайоне 3О (см. Приложение I.А Мер Сохранения и Принуждения) [2], которая была установлена в 2004 г. [6].

В 2023 г. в Районе Регулирования НАФО установлены меры регулирования на промысел следующих видов: трески атлантической (*Gadus morhua*), морских окуней (*Sebastes mentella*, *S. marinus*, *S. fasciatus*), камбалы-ерша (*Hippoglossoides platissoides*), камбалы желтохвостой (*Limanda ferruginea*), камбалы длинной (*Glyptocephalus cynoglossus*), налима белого (*Urophycis tenuis*), мойвы (*Mallotus villosus*), скатов (*Amblyraja radiata*, *A. hyperborea*, *Bathyraja spinicauda*, *Leucoraja erinacea*, *L. ocellata*, *Malacoraja senta*, *Dipturus laevis*), палтуса чёрного (*Reinhardtius hippoglossoides*), кальмара северного короткопёрого (*Illex illecebrosus*), креветки северной (*Pandalus borealis*), берикса низкотелого (*Beryx splendens*). Объёмы допустимых уловов всех видов ВБР приведены в таблице 1 [2].

Помимо выделения квот, для отдельных запасов действуют исторически сложившиеся альтернативные меры регулирования промысла. Так, ОДУ для морского окуня микрорайона 3М в настоящее время меньше, чем сумма национальных квот, из-за высказанного в 1997 г. протеста против их уменьшения со стороны японской делегации [7]. Для предотвращения превышения ОДУ на промысле окуня действуют специальные правила, изложенные в п. 5.3 Мер Сохранения и Принуждения [2]. Другим примером меры регулирования, отличной от ограничения вылова, является, действующее с 1996 г. для креветки микрорайона 3М, ограничение объёма промысловых усилий для каждой из стран [8].

Рассматривая российский промысел в Районе Регулирования НАФО, следует выделить чёрного палтуса в микрорайонах 3LMNO, морских окуней в микрорайонах 3LN и треску в микрорайоне 3M. Данные запасы являются в настоящее время объектами наибольшего интереса со стороны российских рыбопромысловых компаний, суммарный объём их вылова составляет от 4,1 до 7,7 тыс. т ежегодно (табл. 2).

Дополнительные меры регулирования промысла, действующие в рассматриваемом районе, направлены на решение специфических задач, например, на защиту трески банки

Флемиш-Кап в период нереста. Для этого на специализированный промысел трески в микрорайоне 3М установлен запрет с 1 января по 31 марта, в соответствии с п. 5.ј ст. 5 Мер Сохранения и Принуждения [2]. Также из дополнительных мер, не направленных прямо на сохранение запасов промысловых видов, следует отметить ряд участков, закрытых для донного промысла в целях защиты уязвимых морских экосистем (сообщества кораллов, губок, морских перьев и др.). В настоящее время, согласно ст. 17 Мер Сохранения и Принуждения, действуют 12 закрытых участков вокруг подводных возышенностей, к северу, югу и юго-западу от Большой Ньюфаундлендской банки и банки Флемиш-Кап, и 18 участков непосредственно на акватории указанных банок [2] (рис. 2).

В качестве перспективной дополнительной меры регулирования рассматривается использование индекса общего вылова (Total Catch Index, TCI), как характеристики продуктивности отдельных трофических групп (ихтиофаги, бентофаги, планктофаги) внутри экосистемного региона, впервые представленного на заседании Научного Совета НАФО в 2018 г. [10] (Report of the Scientific Council Meeting, 2018). Сделанные в июне 2022 г. предложения о применении TCI для регулирования промысла не были приняты на сессии НАФО, прошедшей в сентябре 2022 г. [11]. В июне 2023 г. новых предложений по внедрению TCI в Меры Сохра-

нения и Принуждения сделано не было, однако Научный Совет принял решение о целесообразности включения данной метрики в сводные характеристики экосистем и отдельных запасов [12].

На последней сессии НАФО, состоявшейся в сентябре 2023 г., предложения относительно TCI также не обсуждались. Помимо обсуждения ОДУ, на указанной сессии были приняты резолюция по актуализации трудовых стандартов на промысле в Районе Регулирования НАФО и решение об организации работ по оценке влияния изменений климата на промысловые запасы. Также на прошёлшей сессии обсуждались вопросы сотрудничества с другими международными организациями, в первую очередь касающиеся охраны биоразнообразия в районах за пределами национальных юрисдикций [13].

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В действующей редакции Меры Сохранения и Принуждения не предусматривают принудительного пересмотра квот для какой-либо из стран. Ст. 5 предполагает только уменьшение отдельной квоты на следующий год, в случае её превышения в текущем, либо лишение права промысла по квоте «для других», также при условии перелова по ней [2]. Из имеющихся запасов единственным, на промысел которого Российской Федерации не имеет выделенной

Таблица 1. Промысловые запасы, добыча которых регулируется НАФО, по состоянию на 2023 г. / **Table 1.** Commercial stocks, the production of which is regulated by NAFO, as of 2023

Запас	ОДУ, т
Треска атлантическая микрорайона 3М	6100
Морские окунь микрорайонов 3LN	18100
Морские окунь микрорайона 3M	11171
Морские окунь микрорайона 3O	20000
Камбала желтохвостая микрорайонов 3LNO	20000
Камбала длинная микрорайонов 3NO	1295
Налим белый микрорайонов 3NO	1000
Скаты микрорайонов 3LNO	7000
Палтус чёрный микрорайонов 3LMNO	11227
Кальмар северный короткопёрый подрайонов 3+4	34000
Окунь морские подрайона 2 и микрорайонов 1F+3K	0
Треска атлантическая микрорайона 3L	0
Треска атлантическая микрорайона 3NO	0
Камбала-ёрш микрорайонов 3LNO	0
Камбала-ёрш микрорайонов 3M	0
Камбала длинная микрорайона 3L	0
Мойва микрорайонов 3NO	0
Креветка северная микрорайонов 3L	0
Креветка северная микрорайонов 3M ²	0
Креветка северная микрорайонов 3NO	0
Берикс низкотельный подрайона 6	0

Примечания: ¹ Действуют специальные меры регулирования промысла

² Промысел ведётся путём ограничения промысловых усилий (судо-суток)

Таблица 2. Вылов (т) отдельных запасов в Районе Регулирования НАФО российскими судами в период 2013-2022 гг. [9] / **Table 2.** Catch (t) of individual stocks in the Area of NAFO Regulation by Russian vessels in the period 2013-2022 [9]

Год	Чёрный палтус микрорайонов 3LMNO	Морские окунь микрорайонов 3LN	Треска микрорайона 3M	Всего
2013	1469	1695	896	4060
2014	1411	2062	950	4423
2015	1472	2972	893	5337
2016	1398	2972	893	5263
2017	1392	3712	900	6004
2018	1555	2409	705	4669
2019	1556	5046	1132	7734
2020	1592	4963	545	7100
2021	1555	4412	92	6059
2022	1495	2527	241	4263

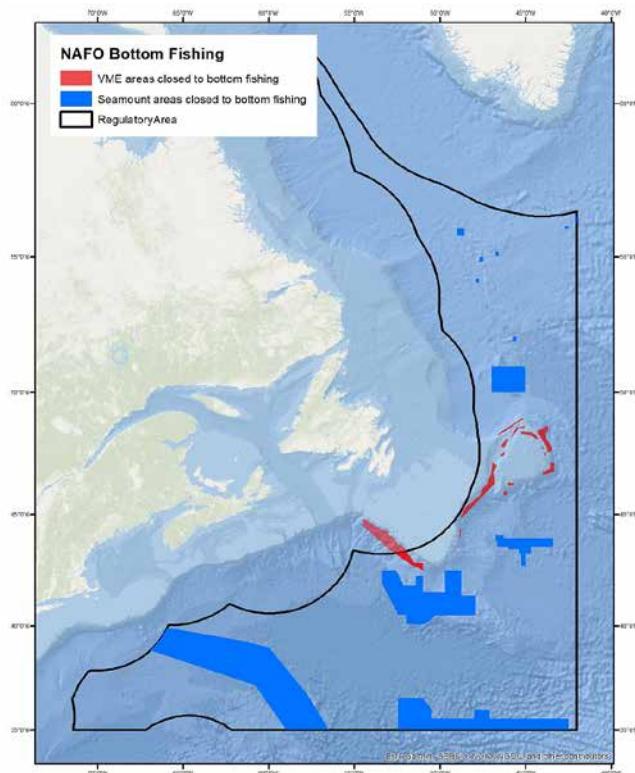


Рисунок 2. Карта закрытых участков в Районе Регулирования НАФО: закрытия вокруг подводных возвышенностей выделены синим, вокруг уязвимых морских экосистем – красным (с сайта Организации по рыболовству в северо-западной части Атлантического океана (НАФО) <http://www.nafo.int>)

Figure 2. Map of closed areas in the NAFO Regulatory Area: closures around underwater elevations are highlighted in blue, around vulnerable marine ecosystems – in red (from the website of the Northwest Atlantic Fisheries Organization (NAFO) <http://www.nafo.int>)

квоты и использует квоту «для других»¹, является запас желтохвостой камбалы в микрорайонах 3LNO [2. Приложение I.A]. Таким об-

разом, риск прямого лишения российского рыбопромыслового флота промысловых квот, особенно при условии их соблюдения, остается невысоким. Однако сохраняется возможность введения моратория на промысел или иных мер регулирования по инициативе Научного Совета даже в отсутствие соответствующего запроса, если он получил обосновывающие подобное решение сведения и сформулировал соответствующую рекомендацию. Примером может служить внеочередная оценка запаса длинной камбалы в микрорайонах 3NO, сделанная в 2018 г., на основании которой была сделана рекомендация о возобновлении моратория на промысел, несмотря на то, что только с 2015 г. он был снят [10]. Принята эта рекомендация не была, хотя в последующие годы её дважды повторяли [14; 15].

Запасы, на промысле которых применяются дополнительные методы регулирования, являются более затруднительными для освоения, поскольку приходится принимать во внимание не только ограничение по массе улова, но и такие факторы, как запрет промысла в определенное время или требования к используемым орудиям лова. В частности, «олимпийская система», фактически действующая на промысле окуня в микрорайоне 3M, предусматривает закрытие промысла до 1 июля, если в период с 1 января было выбрано 50% ОДУ, и до конца года, если после 1 июля выбор ОДУ завершён [2]. Учитывая эту особенность, для наиболее полной реализации отечественной квоты, российские суда должны быть готовы к началу промысла уже 1 января и 1 июля. Это обстоятельство необходимо учитывать при получении разрешений на промысел.

В числе других промысловых запасов в Районе Регулирования НАФО, эффективности освоения которых могут препятствовать нормативные акты, можно назвать белого налима микрорайонов 3NO и кальмара-иллекса под-

¹ Квота на промысел запаса, которую имеет право выбирать каждая из стран, не имеющих собственных квот.

районов 3+4. Права на заключение договоров о закреплении долей квоты добычи данных запасов за рыбопромысловыми организациями распределяются посредством аукциона [16]. Однако действующая редакция Приказа Федерального агентства по рыболовству № 727 от 12.12.2022 г. предусматривает добычу данных запасов при промысле других видов водных биологических ресурсов, в качестве разрешенного прилова в счет национальной квоты Российской Федерации [17].

Перспектива увеличения вылова желтохвостой камбалы в микрорайонах ЗЛНО напрямую связана с вопросами международного сотрудничества. Меры Сохранения и Принуждения предусматривают возможность передачи части квот между участниками НАФО посредством двустороннего соглашения. Учитывая, что 97,5% ОДУ данного запаса приходится на квоту Канады, в настоящее время вероятность успешных переговоров по передаче России части квоты на промысел желтохвостой камбалы невелика.

На промысле креветки в микрорайоне ЗМ в настоящее время действует мораторий [2]. Тем не менее, Российская Федерация обладает значительной долей допустимых промысловых усилий на промысле данного запаса и потенциально может претендовать на 10% от ОДУ, при условии учёта 50% ключа распределения усилий и 50% промысловой статистики, при переходе к ограничению вылова. Согласно предложениям других государств, прибрежный статус, при расчёте распределения квот, служит основанием для увеличения их долей. Прибрежных государств в Районе Регулирования НАФО четыре: США, Канада, Гренландия и о-ва Сен-Пьер и Микелон, являющиеся территорией Франции. Также, в качестве основания для повышения национальной квоты, была заявлена длительная история научно-исследовательской деятельности и мониторинга промысла в Районе Регулирования НАФО. В настоящее время подобной историей обладает только Канада. Оба предложения столкнулись с возражениями со стороны других членов Комиссии и консенсуса достичь не удалось [18]. Обсуждение данного вопроса предполагается продолжить в рамках заседаний Комиссии.

Вопрос закрытых для донного лова участков относится к регулированию промысла только косвенно, хотя, согласно принятому в настоящее время определению уязвимых морских экосистем, находящиеся в их пределах сообщества донных видов обладают определённой функциональной значимостью, например, являются зонами нереста или нагула для промысловых рыб [19]. Исходя из актуальной схемы расположения закрытых участков, многие из которых соединяются вместе, можно предположить, что они способны воспрепятствовать работе промысловых судов на испытанных трассах вдоль изобат, главным образом на склонах б. Флемиш-Кап, восточнее 47°з.д. (см.

рис. 2). С ростом суммарной площади закрытий, на определенной акватории растёт и степень их влияния на промысел, вплоть до фактической невозможности проводить трапления между участками, если расстояние от одного из них до другого не позволяет произвести постановку, буксировку и выборку траула.

Для правильной оценки потенциала TCI, в качестве меры регулирования, необходимо не упускать из вида ранний этап разработки данной метрики, когда она называлась ТСС, то есть Total Catch Ceiling – «потолок» общего вылова [10]. Вне зависимости от наименования, её практическое применение остаётся неизменным: внесённые на рассмотрение Комиссии НАФО в 2022 г. предложения включали ограничение общего вылова для каждой из трофических групп вне зависимости от того, оставались ли у каких-либо стран квоты на промысел [11]. Несмотря на то, что к настоящему моменту подобных мер утверждено не было, работа со стороны иностранных государств, в направлении их совершенствования и подготовки к практическому использованию, продолжается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа любой международной организации, основанная на принципе коллегиальности, всегда отличается заметной инертностью в отношении принятия и исполнения решений. Для НАФО это справедливо вдвойне, поскольку её состав сочетает в себе как научно-исследовательское, так и административное подразделения. Стандартный подход предполагает направление специализированных запросов в адрес Научного Совета на ежегодной сессии в сентябре, а через год поступают ответы и рекомендации, на основе которых менеджеры вносят изменения в Меры НАФО или формулируют дополнительные запросы, откладывая итоговое решение ещё как минимум на год. Специализированные санкции против отдельных стран, не допускающих серьёзных нарушений, не предусмотрены Мерами Сохранения и Принуждения НАФО, однако вполне вероятно увеличение инспекторской активности в отношении российских судов, ведущих промысел в Районе Регулирования НАФО, с целью поиска доказательств подобных нарушений, как в открытом море, так и в портах выгрузки.

Возможность увеличения российского вылова в рассматриваемом районе связана, в первую очередь, с повышением эффективности реализации отдельных квот. Конкретные решения, направленные на достижение этой цели, зависят от особенностей национального и международного регулирования промысла каждого запаса.

В случае поднятия вопроса об установлении новых мер регулирования, способных повлиять на деятельность отечественного флота, срок до окончания этого процесса составляет в большинстве случаев один год. В течение этого времени предполагается проведение за-



седаний рабочих групп, в повестку дня будет внесен рассматриваемый вопрос, представление промежуточных результатов на ежегодной сессии Научного Совета в июне и рассмотрение рекомендаций на ежегодной сессии НАФО. Участие российских специалистов в каждом из обозначенных этапов позволит оперативно отслеживать ход работы и отчасти влиять на него (в тем большей степени, чем больше исследовательских и промысловых данных имеется в их распоряжении), с целью отстаивания интересов страны в районах международного рыболовства.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: В.А. Беляев – идея статьи, корректировка текста, окончательная проверка; К.Ю. Фомин – подготовка обзора литературы, сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: V.A. Belyaev – the idea of the article, text correction, final verification; K.Y. Fomin – preparation of a literature review, data collection and analysis, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Convention on Cooperation in the Northwest Atlantic Fisheries / Northwest Atlantic Fisheries Organization. – NAFO, 2020. 47 c. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/key-publications/NAFOConvention.pdf> (дата обращения: 01.11.2022 г.).
2. Conservation and Enforcement Measures / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N7368. – NAFO, 2023. 204 c. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/COM/2023/comdoc23-01REV.pdf> (дата обращения: 09.10.2023 г.).
3. Kulka D.W. (2012). History and Description of the International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries. – NAFO. 29 c. URL: https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/icnaf/ICNAF_history-kulka.pdf (дата обращения: 06.11.2022 г.).
4. Report of the Fisheries Commission // 14th Annual Meeting, 14-18 September 1992. Dartmouth, NS, Canada / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N2162. – NAFO, 1992. 61 c. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/fc/1992/fc-92-019.pdf> (дата обращения: 06.11.2022 г.).
5. Report of the General Council // 21th Annual Meeting, 13-17 September 1999 / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N4201. – NAFO, 1999. 91 c. – URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/gc/1999/gc-99-009.pdf> (дата обращения: 09.11.2022 г.).
6. Report of the Fisheries Commission // 26th Annual Meeting, 13-17 September 2004. Dartmouth, NS, Canada / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N5067. – NAFO, 2004. 73 c. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/fc/2004/fcdoc04-17.pdf> (дата обращения: 09.11.2022 г.).
7. Report of the Fisheries Commission // 19th Annual Meeting, 15-19 September 1997. St. John's, NL, Canada / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N2968. – NAFO, 1997. 48 c. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/fc/1997/fc-97-014.pdf> (дата обращения: 10.11.2022 г.).
8. Management of Shrimp Fishery // 17th Annual Meeting – September 1995 / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N2645. – NAFO, 1995. 2 c. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/fc/1995/fc-95-021.pdf> (дата обращения: 10.11.2022 г.).
9. STATLANT 21A: база данных: сайт / Northwest Atlantic Fisheries Organization. – NAFO, 2023. URL: <https://www.nafo.int/Data/STATLANT-21A> (дата обращения: 10.10.2023 г.).
10. Report of the Scientific Council Meeting. 01-14 June 2018. Halifax, Nova Scotia / Northwest Atlantic Fisheries Organization. – Serial No. N6849. – NAFO, 2018. – 292 c. – URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/sc/2018/scs18-19.pdf> (дата обращения: 11.11.2022 г.).
11. Report of the Scientific Council Meeting. 03-16 June 2022. Halifax, Nova Scotia / Northwest Atlantic Fisheries Organization.

- Serial No. N7322. – NAFO, 2022. 241 с. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/sc/2022/scs22-18.pdf> (дата обращения: 14.11.2022 г.).
12. Report of the Scientific Council Meeting. 02-15 June 2023. Halifax, Nova Scotia / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N7438. – NAFO, 2023. 267 с. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/sc/2023/scs23-18.pdf> (дата обращения: 09.10.2023 г.).
13. NAFO Press Release. 22 September 2023. – Vigo, Spain / Northwest Atlantic Fisheries Organization. URL: https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/press/pressrelease_AM2023%20_final.pdf (дата обращения: 09.10.2023 г.).
14. Report of the Scientific Council Meeting. 31 May-13 June 2019. Halifax, Nova Scotia / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N6966. – NAFO, 2019. 245 с. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/sc/2019/scs19-20.pdf> (дата обращения: 15.11.2022 г.).
15. Report of the Scientific Council Meeting. 28 May-12 June 2020. By correspondence / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N7099. – NAFO, 2020. 261 с. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/sc/2020/scs20-14REV.pdf> (дата обращения: 15.11.2022 г.).
16. О проведении аукциона по продаже права на заключение договора о закреплении доли квоты добычи (вылова) водных биологических ресурсов, предоставленной Российской Федерации в районах действия международных договоров Российской Федерации в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов для осуществления промышленного рыболовства и (или) прибрежного рыболовства: Приказ Федерального агентства по рыболовству № 501 от 31.08.2023 г. // Банк правовых актов по рыболовству: сайт. URL: http://92.50.230.187:8080/?docbody=&link_id=2&nd=243048400 (дата обращения: 10.10.2023 г.).
17. О внесении изменения в приложение к приказу Росрыболовства от 12 декабря 2022 г. № 727: Приказ Федерального агентства по рыболовству № 477 от 18.08.2023 г. // Банк правовых актов по рыболовству: сайт. URL: http://92.50.230.187:8080/?docbody=&link_id=6&nd=243048181 (дата обращения: 10.10.2023 г.).
18. Report of the NAFO Commission Intersessional Meeting concerning Fishing Regime for Shrimp in Division 3M. 1st DRAFT 17 September 2023 (готовится к публикации) / Northwest Atlantic Fisheries Organization. – NAFO, 2023. 7 с. URL: <https://meetings.nafo.int/am/3Mshrimp/Meeting%20Report/comdoc23-xxx%20COM3MShrimpRpt%20Sept2023-1stDraft.docx?csf=1&e=oFsshK> (дата обращения: 09.10.2023 г.).
19. Международные руководящие принципы регулирования глубоководного промысла в открытом море / Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций. – Рим: ФАО, 2011 г. 25 с. URL: <http://www.fao.org/3/i0816r/I0816R.pdf> (дата обращения: 10.10.2023 г.).
6. Report of the Fisheries Commission // 26th Annual Meeting, 13-17 September 2004. Dartmouth, NS, Canada / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N5067. – NAFO, 2004. 73 p. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/fc/2004/fcdoc04-17.pdf> (accessed: 09.11.2022).
7. Report of the Fisheries Commission // 19th Annual Meeting, 15-19 September 1997. St. John's, NL, Canada / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N2968. – NAFO, 1997. 48 p. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/fc/1997/fc-97-014.pdf> (date of application: 10.11.2022).
8. Management of Shrimp Fisheries // 17th Annual Meeting – September 1995 / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N2645. – NAFO, 1995. 2 p. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/fc/1995/fc-95-021.pdf> (date of application: 10.11.2022).
9. STATLANT 21A: database: website / Northwest Atlantic Fisheries Organization. – NAFO, 2023. URL: <https://www.nafo.int/Data/STATLANT-21A> (date of application: 10.10.2023).
10. Report of the Scientific Council Meeting. 01-14 June 2018. Halifax, Nova Scotia / Northwest Atlantic Fisheries Organization. – Serial No. N6849. – NAFO, 2018. – 292 p. – URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/sc/2018/scs18-19.pdf> (date of application: 11.11.2022).
11. Report of the Scientific Council Meeting. 03-16 June 2022. Halifax, Nova Scotia / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N7322. – NAFO, 2022. 241 p. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/sc/2022/scs22-18.pdf> (date of application: 11/14/2022).
12. Report of the Scientific Council Meeting. 02-15 June 2023. Halifax, Nova Scotia / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N7438. – NAFO, 2023. 267 p. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/sc/2023/scs23-18.pdf> (accessed: 09.10.2023).
13. NAFO Press Release. 22 September 2023. – Vigo, Spain / Northwest Atlantic Fisheries Organization. URL: https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/press/pressrelease_AM2023%20_final.pdf (accessed: 09.10.2023).
14. Report of the Scientific Council Meeting. 31 May-13 June 2019. Halifax, Nova Scotia / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N6966. – NAFO, 2019. 245 p. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/sc/2019/scs19-20.pdf> (accessed: 15.11.2022).
15. Report of the Scientific Council Meeting. 28 May-12 June 2020. By correspondence / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N7099. – NAFO, 2020. 261 p. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/sc/2020/scs20-14REV.pdf> (accessed: 15.11.2022).
16. On holding an auction for the sale of the right to conclude an agreement on fixing the share of the quota of extraction (catch) of aquatic biological resources provided to the Russian Federation in the areas of international treaties of the Russian Federation in the field of fisheries and conservation of aquatic biological resources for industrial fishing and (or) coastal fishing: Order of the Federal Agency for Fisheries No. 501 of 31.08.2023 // Bank of Legal acts on Fisheries: website. URL: http://92.50.230.187:8080/?docbody=y=&link_id=2&nd=243048400 (accessed date: 10.10.2023).
17. On amendments to the annex to the Order of Rosrybolovstvo dated December 12, 2022 No. 727: Order of the Federal Agency for Fisheries No. 477 dated 08/18/2023 // Bank of Legal Acts on Fisheries: website. URL: http://92.50.230.187:8080/?docbody=&link_id=6&nd=243048181 (date of application: 10.10.2023).
18. Report of the NAFO Commission Intersessional Meeting concerning Fishing Regime for Shrimp in Division 3M. 1st DRAFT 17 September 2023 (forthcoming) / Northwest Atlantic Fisheries Organization. – NAFO, 2023. 7 p. URL: <https://meetings.nafo.int/am/3Mshrimp/Meeting%20Report/comdoc23-xxx%20COM3MShrimpRpt%20Sept2023-1stDraft.docx?csf=1&e=oFsshK> (accessed: 09.10.2023).
19. International guidelines for the regulation of deep-sea fishing on the high seas / Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Rome: FAO, 2011 25 p. URL: <http://www.fao.org/3/i0816r/I0816R.pdf> (date of application: 10.10.2023).

REFERENCES AND SOURCES

1. Convention on Cooperation in the Northwest Atlantic Fisheries / Northwest Atlantic Fisheries Organization. – NAFO, 2020. 47 p. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/key-publications/NAFOConvention.pdf> (accessed: 01.11.2022)
2. Conservation and Enforcement Measures / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N7368. – NAFO, 2023. 204 p. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/COM/2023/comdoc23-01REV.pdf> (accessed: 09.10.2023).
3. Kulka D.W. (2012). History and Description of the International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries. – NAFO. 29 p. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/icnaf/ICNAF-history-kulka.pdf> (accessed: 06.11.2022).
4. Report of the Fisheries Commission // 14th Annual Meeting, 14-18 September 1992. Dartmouth, NS, Canada / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N2162. – NAFO, 1992. 61 p. URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/fc/1992/fc-92-019.pdf> (accessed: 06.11.2022).
5. Report of the General Council // 21th Annual Meeting, 13-17 September 1999 / Northwest Atlantic Fisheries Organization. Serial No. N4201. – NAFO, 1999. 91 p. – URL: <https://www.nafo.int/Portals/0/PDFs/gc/1999/gc-99-009.pdf> (accessed: 09.11.2022).

Материал поступил в редакцию / Received 10.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 12.10.2023



Формирование и современная структура рыболовной науки Японии

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-12-22 EDN tjfnhm

Научная статья
УДК 327; 639.22/.23

Курмазов Александр Анатольевич – советник администрации, Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ТИНРО»),
@ kurmazov@yandex.ru, Владивосток, Россия

Адрес: 690091, г. Владивосток, переулок Шевченко, дом 4

Аннотация.

У России в области рыболовства с Японией существуют давние, хотя и непростые, отношения, включая тесное научно-техническое сотрудничество. В отечественной специальной литературе содержится мало сведений о научном обеспечении рыбопромышленной отрасли Японии. Чтобы восполнить этот пробел, в статье приводятся сведения о процессе становления рыболовной науки Японии, ее составных частях в настоящее время, законодательном регулировании этой сферы. Дан анализ отношений между государством и всем научным сообществом, работающим в интересах рыбной отрасли. Рыболовная наука Японии оценивается как жестко структурированная сложная система. Приведены главные проблемы этой сферы в настоящее время.

Ключевые слова:

рыболовная наука Японии, задачи и реформы, государственный уровень, муниципальный уровень, законодательное регулирование, структурные связи

Для цитирования:

Курмазов А.А. Формирование и современная структура рыболовной науки Японии // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 12-22. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-12-22 EDN tjfnhm

FORMATION AND MODERN STRUCTURE OF FISHERIES SCIENCE IN JAPAN

Alexander A. Kurmazov – Advisor to the Administration, Pacific Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (FGBNU "TINRO"), @ kurmazov@yandex.ru , Vladivostok, Russia

Address: (FGBNU "TINRO") – 4 Shevchenko Lane, Vladivostok, 690091

Annotation. Russia has a long-standing, albeit difficult, relationship in the field of fisheries with Japan, including close scientific and technical cooperation. The domestic specialized literature contains little information about the scientific support of the Japanese fishing industry. To fill this gap, the article provides information about the process of formation of fisheries science in Japan, its components at the present time, and the legislative regulation of this area. An analysis of the relationship between the state and the entire scientific community working in the interests of the fishing industry is given. Japanese fisheries science is assessed as a highly structured, complex system. The main problems in this area at present are given.

Keywords:

fisheries science in Japan, tasks and reforms, state level, municipal level, legislative regulation, structural connections

For citation:

Kurmazov A.A. Formation and modern structure of fisheries science in Japan // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 12-22.
DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-12-22 EDN tjfnhm

ВВЕДЕНИЕ

Пример японского рыболовства иногда называют «безусловным ориентиром», вспоминая, в первую очередь, советский период [1]. Приводят самые общие сведения о структуре японской рыбохозяйственной науки, отмечая сходства и различия с советской и российской рыбохозяйственной наукой на Дальнем Востоке России [2]. Публикуют краткие сведения о составных частях рыбохозяйственной науки Японии [3]. При этом почти не приводится подробных сведений о системе и задачах современной отраслевой науки Японии и о том, как происходило формирование научно-исследовательской системы в рыболовстве этой страны. Поэтому, целью работы является попытка хотя бы частично восполнить этот пробел, что, вероятно, будет полезно при планировании взаимовыгодного взаимодействия с Японией в области рыбохозяйственной науки и техники или в целях использования зарубежного опыта в интересах отечественного рыбопромышленного комплекса. Хочется надеяться, что благоприятные условия для этого рано или поздно сложатся. «Разворот на Восток» – современная тенденция в геополитике России. Хочется понимать, что этот подход не игнорирует страны помимо «дружественных». Немаловажным является и то, что Япония является единственной страной в Тихом океане, которая реально много десятилетий выделяет квоты в своей зоне российским (а ранее и советским) судам на взаимной основе.

Первые шаги Японии по формированию системы изучения биологических ресурсов океана

Началом формирования условий для перехода от рыболовства феодального типа¹ к ведению промыслов на правовой и новой технологиче-

ской основе в Японии послужили годы реформы Мэйдзи (1868-1912 гг.). В период Мэйдзи проведен комплекс политических, военных и социально-экономических реформ Японии 1868-1889 гг., превративший отсталую аграрную страну в одно из ведущих государств мира. Результатом реформ стали ликвидация феодальной системы и образование централизованного государства. Одной из особенностей политики реформирования в Японии был официальный курс на изучение опыта других стран.

В период Мэйдзи правительство Японии приступило к систематизации существовавшего примитивного рыболовного права. В 1901 г. был подготовлен закон о рыболовстве, в 1910 г. в него были внесены поправки, таким образом, появился Закон о рыболовстве Мэйдзи. Закон представлял собой свод следующих базовых положений: 1) систему прав на рыболовство для управления прибрежными рыболовными участками; 2) систему разрешений для управления морским и океаническим промыслом; 3) систему наблюдений за промыслом для охраны ресурсов [4].

Систему наблюдений за промыслом, до принятия законодательной базы, уже осуществляла Инспекция рыболовства Министерства сельского хозяйства и торговли Японии, к которой в 1897 г. был присоединен Учебный институт рыболовства, также при министерстве был создан Экзаменационный отдел (табл. 1) [5]. Так была заложена основа формирования государственной рыбохозяйственной науки в Японии.

Первые морские исследования на научном судне состоялись в 1886 году. Работы были проведены Инспекцией рыболовства Министерства сельского хозяйства и торговли Японии в районе островов Идзу к югу от Токио [6] (тихоокеанская сторона). Факт проведения морских исследова-

¹ Мелкий, сугубо прибрежный, кустарный промысел, судьба которого полностью зависела от местного феодала.

ний рыбных ресурсов в море еще в эпоху Мэйдзи явно свидетельствует насколько огромное значение для страны имели ресурсы рыболовства.

Морские ресурсные исследования и океанографические съемки, как система, стали складываться после 1900 года. За 120 с лишним лет государственные и территориальные научные рыбохозяйственные организации составили организованную, регулярную систему наблюдений, которая активно работает в настоящее время.

В 1900 г. была утверждена постоянная сетка станций – всего 5 точек по всем морским районам, на которых съемки проводились 4 раза в год. Регулярные ресурсные исследования стали проводить после 1910 г., океанографические съемки – после 1918 года. Постепенно районы морских исследований стали включать воды Корейского полуострова, Тайваня, Сахалина [7].

С 1930 г. сложилась единая система наблюдений, которая включала рыбохозяйственные экспериментальные станции, входившие в структуру Министерства сельского и лесного хозяйства, а также – станции местных органов управления и станции за пределами страны. Сетка станций стала включать 3000 точек. Результаты исследований в обобщенном виде стали публиковать для рыбаков, в виде сборников «Описание морских исследований», сначала 4 раза в год, потом

на ежемесячной основе. Префектурные станции публиковали для местных рыбаков данные по температуре воды, другие – данные о состоянии морской среды, а также обстановку на промысле [8].

В Японском море рыбохозяйственные ресурсные и гидрологические исследования начались в 1915 году. В 1924 г. ряд гидрологических работ был выполнен НИС «Ямато», тогда была найдена широко известная банка, находящаяся в самом центре Японского моря, которая получила свое название от обнаружившего ее судна – банка Ямато-тай. С 1928 г. начались регулярные исследования на пятилетней основе силами рыбохозяйственных станций, в основном путем ежемесячных синхронных разрезов. Помимо мелких судов префектурных научно-экспериментальных станций, в съемках Японского моря участвовали крупные суда: НИС «Соё-мару» Отдела морских исследований Минземлеса и НИС «Мисаго-мару» рыбохозяйственной школы в Пусане (постепенно развиваясь, данная Школа в 2001 г. была преобразована в Высшую школу рыбного хозяйства Японии) [9].

До войны работала сеть японских береговых пунктов, простейшие наблюдения регулярно велись многими рыболовными и транспортными судами. Материалы названных выше японских ра-

Таблица 1. Этапы формирования государственной рыбохозяйственной науки Японии /

Table 1. Stages in the formation of state fishery science in Japan

Год	Содержание преобразований
1897	К Инспекции рыболовства Министерства сельского хозяйства и торговли был присоединен Учебный институт рыболовства, также был создан Экзаменационный отдел.
1925	Образовано Министерство сельского и лесного хозяйства, Экзаменационный отдел Учебного института рыболовства включен в состав министерства.
1929	Из состава Учебного института рыболовства Министерства сельского и лесного хозяйства выведены Экзаменационный отдел и Отдел морских исследований, которые стали самостоятельными единицами, учреждена экспериментальная лаборатория рыболовства Министерства сельского и лесного хозяйства.
1949	В рамках структурной реформы научно-экспериментального органа при Министерстве сельского и лесного хозяйства создаются новые организации – 7 региональных рыбохозяйственных НИИ при Департаменте рыболовства Министерства сельского, лесного и рыбного хозяйства.
1950	Образован НИИ рыболовства Хоккайдо.
1967	В рамках укрепления НИИ рыболовства южных районов учрежден НИИ океанического рыболовства.
1979	Путем расширения НИИ пресноводного рыболовства был учрежден НИИ аквакультуры и заново образован НИИ промышленного рыболовства.
2001	В рамках реформы центральных органов исполнительной власти Японии 9, существовавших на тот момент, НИИ рыболовства были включены в новую структуру – Независимое юридическое лицо «Комплексный рыбохозяйственный научно-исследовательский центр» (КРХНИЦ).
2003	КРХНИЦ принял на себя функции Уполномоченного юридического лица «Центра разработки морских рыболовных ресурсов» и Корпоративного юридического лица «Ассоциации сайбай-рыболовства Японии».
2006	КРХНИЦ объединяется с Независимым административным юридическим лицом «Центром по управлению запасами лососей» и начинает существовать как комплексный орган НИОКР по вопросам рыбного хозяйства Японии.
2015	КРХНИЦ переименован в Государственное юридическое лицо – НИОКР «Комплексный рыбохозяйственный научный центр».
1 апреля 2016 года	Государственное юридическое лицо НИОКР «Комплексный рыбохозяйственный научный центр» объединяют с Независимым административным юридическим лицом «Высшая школа рыбного хозяйства», на этой основе учреждено Государственное юридическое лицо НИОКР «Учреждение рыбохозяйственных исследований и образования» (УРИО).
20 июля 2020 года	Научно-исследовательское объединение, состоявшее из 9 НИИ рыболовства, переформировали в «НИИ ресурсов рыболовства» и «НИИ рыболовных технологий», вместе с «Центром разработок и исследований» и «Высшей школой рыбного хозяйства» эти 4 научно-исследовательские организации составили научно-исследовательскую базу УРИО. Число сотрудников – 1185 человек.

бот публиковались как в виде первичных данных, так и обработанными.

Во время Тихоокеанской войны исследования были прерваны, но по окончании войны быстро стали восстанавливаться: в 1947 г. были восстановлены работы на нерестилищах, в 1949 г. возобновились исследования ресурсов сардины иваси и анчоуса.

Начало процесс становления новой государственной системы рыбохозяйственных НИОКР Японии

В 1949 г. начала формироваться новая государственная система рыбохозяйственных научных исследований, которая с успехом просуществовала более полувека – до 2001 г. (табл. 1). Эта система поначалу включала 7 региональных рыбохозяйственных НИИ, в сферу ответственности которых входили ресурсные и, связанные с ними, исследования по географическому признаку (в скобках – сфера ответственности):

1. НИИ рыболовства Хоккайдо (рыбные ресурсы вокруг о. Хоккайдо);
2. НИИ рыболовства района Тохоку (рыбные ресурсы северо-восток Японии);
3. Центральный НИИ рыболовства (рыбные ресурсы тихоокеанской стороны к югу от преф. Тиба, координация работ всех региональных НИИ);
4. НИИ рыболовства Японского моря (рыбные ресурсы Японского моря);
5. НИИ океанического рыболовства (в основном китообразные, тунцы, позднее преобразован в НИИ международных ресурсов рыболовства);
6. НИИ рыболовства Внутреннего Японского моря Сэтонаикай (рыбные ресурсы района Сэтонаикай);
7. НИИ рыболовства Сэйкай (ресурсы Восточно-Китайского моря).

В 1979 г. дополнительно были созданы НИИ аквакультуры и воспроизводства, а также – НИИ промышленного рыболовства.

В рамках реформы центральных органов исполнительной власти Японии, начатой в 2001 г., 9, существовавших на тот момент, НИИ рыболовства были объединены в новую структуру – Независимое юридическое лицо «Комплексный рыбохозяйственный научно-исследовательский центр» (КРХНИЦ).

В последующие 20 лет происходит укрупнение системы КРХНИЦ путем слияния в него родственных по профилю конструкторских организаций и учреждения «Высшая рыбохозяйственная школа». В 2016 г. Государственное юридическое лицо НИОКР «Комплексный рыбохозяйственный научный центр» объединяют с Независимым административным юридическим лицом «Высшая школа рыбного хозяйства», на этой основе учреждено Государственное юридическое лицо НИОКР «Учреждение рыбохозяйственных исследований и образования» (далее – УРИО). Цели и задачи новой организации были оформлены законодательно в 1999 году.

В соответствии со ст. 3 Закона Японии № 199 [10], Государственное юридическое лицо НИОКР



Примечание: 1 – НИИ рыбных ресурсов (включает все государственные региональные НИИ и Центр исследований лососей); 2 – НИИ рыбопромышленных технологий (включает НИИ аквакультуры, а также направления изучения окружающей среды и прикладные разработки); 3 – Органы управления включают: отдел планирования, общий отдел, отдел продвижения НИР, аудиторскую службу

Рисунок 1. Организационная схема Учреждения рыбохозяйственных исследований и образования Государственного юридического лица НИОКР (УРИО)

Figure 1. Organizational chart of the Institution for Fisheries Research and Education, State Legal Entity for Research and Development (URIRO)

«Учреждение рыбохозяйственных исследований и образования» (УРИО) проводит эксперименты и научные исследования, в целях совершенствования технологий, связанных с рыболовством, разведением и выпуском лососей, а также – с целью обучения наукам и технологиям, связанным с рыболовством, а также развития человеческих ресурсов, которые будут нести ответственность за рыбную промышленность страны. Кроме того, УРИО должно осуществлять разработку и рациональное использование рыбных ресурсов, как это предусмотрено в ст. 3 Закона о содействии развитию морских рыбных ресурсов (Закон № 60 от 1971 г.).

В 2020 г. Научно-исследовательское объединение, состоявшее из 9 НИИ рыболовства, переформировали в «НИИ ресурсов рыболовства» и «НИИ рыболовных технологий». Вместе с «Центром разработок и исследований» и «Высшей школой рыбного хозяйства» эти 4 научно-исследовательские организации составили научно-исследовательскую базу УРИО. Штатное число сотрудников составляет 1185 человек. Обобщенная организационная схема УРИО представлена на рисунке 1.

По структуре Министерства сельского, лесного и рыбного хозяйства Японии, УРИО является учреждением, подведомственным Департаменту рыболовства Министерства (далее – ДРЯ), в соответствии с Законом о ДРЯ № 78 от 1 июля 1948 г. [11].

В соответствии со ст. 6 этого закона, Управление научных исследований ДРЯ отвечает за следующие вопросы:

Таблица 2. Бюджет Учреждения рыбохозяйственных исследований и образования, Государственного юридического лица НИОКР (УРИО), млрд иен / **Table 2.** Budget of the Fisheries Research and Education Institution, State R&D Legal Entity (URIO), in billion yen

Год	Запрашиваемая сумма	Первоначальный бюджет	Дополнительный бюджет	Перенесено из предыдущего финансового года	Перенесено из следующий финансовый год	Непредвиденные расходы и т.д.	Общий бюджет	Сумма исполнения
2017	-	19,553	0	0	0	0	19,553	19,545
2018	-	17,371	0	0	0	0	17,371	17,371
2019	-	17,331	250	0	-353	0	17,228	17,228
2020	-	17,284	0	353	0	0	17,637	-
2021	19,145	-	-	-	-	-	-	-

- 1) выполнение административной работы, связанной с планированием и координацией исследований морских ресурсов;
- 2) выполнение административной работы, связанной с планированием и координацией исследований в области рыболовства;
- 3) помимо того, что перечислено в двух предыдущих пунктах, ведет дела, связанные с научными исследованиями в области рыболовства;
- 4) обрабатывает собранные данные, связанные с рыболовством;
- 5) занимается вопросами, связанными с распространением наук и технологий в области рыболовства;
- 6) регулирует вопросы, связанные с научно-экспериментальными и опытными рыболовными станциями.

Области исследований подведомственных УРИО научных органов включают: экономический и политический анализ отрасли, анализ ресурсной базы рыболовства, разработку технологий аквакультуры, разработку прикладных технологий переработки, исследования и мониторинг океанской и рыболовной среды, морские инженерные исследования, технологии инкубации и подращивания для рыболовства, освоение неиспользуемых ресурсов и промышленных районов, генетические исследования. Помимо научных структур в составе УРИО существуют 16 исследовательских центров по всей стране за рамками УРИО, которые осуществляют работы рыбохозяйственного профиля.

В отличие от большинства исследований, проводимых в университетах, государственные исследования в области рыболовства производят быстрые технические решения насущных проблем, стоящих перед рыболовством, а также предоставляют практический опыт в ответ на различные запросы политики в области рыболовства и потребности промышленности.

Из 16 упомянутых исследовательских центров можно привести в пример Токийский университет морских наук; Японский международный исследовательский центр сельскохозяйственных и рыбопромышленных наук в г. Цу-

куба (JIRCAS); университет Токай и ряд других университетов.

Формально независимо от научных органов ДРЯ существует НИИ исследований китообразных. В 2017 г. он получил от ДРЯ статус независимого юридического научно-исследовательского лица «НИИ по исследованиям китообразных». Продолжение коммерческого китобойного промысла возведено в ранг национальной политики Японии. В этой связи в 2019 г. Япония вышла из Международной китобойной комиссии. 11 декабря 2019 г. принят Закон № 73 о поправках к Закону «О сохранении непрерывного использования ресурсов китообразных» [12]. НИИ исследований китообразных изучает не только биологию, экологию китообразных, но и социально-политическую обстановку вокруг китобойного промысла.

Общая схема финансирования государственной рыболовственной науки Японии

Ассигнования на фундаментальные и прикладные исследования, опытно-конструкторские разработки (ОКР) в Японии распределяются в государственных и частных научных организациях по-разному. В ВУЗах на выполнение фундаментальных исследований расходуется около 55% средств, на прикладные исследования – 36%, на ОКР – 9%. В государственных научных организациях на фундаментальные исследования выделяется около 23% средств; на прикладные исследования – 33%, на ОКР – 44%. Иная картина наблюдается в частных организациях: около 7% средств приходится на фундаментальные исследования, 19% – на прикладные исследования, 74% – на ОКР. Эти пропорции приблизительно сохраняются на протяжении многих лет [13].

Министерство сельского, лесного и рыбного хозяйства Японии – одно из четырех ключевых министерств, которые получают основную часть государственного бюджета, направленного на поддержку НИОКР [13]. Это Министерство руководит ходом исследований в области рыболовства и техническим развитием отрасли от имени центрального правительства [14]. Оно

запрашивает у центрального правительства бюджет для проведения НИОКР в области рыболовства и рыбного хозяйства и распределяет его через ДРЯ.

Бюджет государственной рыбохозяйственной науки (УРИО) приведен в таблице 2. Довольно

значительная часть средств перераспределяется сторонним исполнителям работ по заказам УРИО, включая частные компании, рыбопромышленные кооперативы, университеты, научные организации местных исполнительных органов власти и т.п. [15].

Таблица 3. Перечень основных научно-экспериментальных станций и других научных органов по рыболовству местных органов самоуправления / **Table 3.** List of the main scientific experimental stations and other scientific bodies on fisheries of local self-government bodies (prefectures)

п\п №	Название НИИ/центра/ экспериментальной станции	Год основания, число сотрудников, число НИС (плавсостав+науч. группа),	п\п №	Название НИИ/центра/ экспериментальной станции	Год основания, число сотрудников, число НИС (плавсостав+науч. группа),
1	Центральный НИИ рыболовства Хоккайдо	1876; 139; НИС - 2	20	НИИ окружающей среды и рыболовства преф. Осака, рыболовственный техцентр	1938, Нис -1 (4)
2	Центр промышленных технологий преф. Аомори, НИИ рыболовства	1901, 63 НИС - 3(32)	21	Технологический центр рыболовства преф. Хёго	1924, 28, НИС-2(21+15)
3	Технологический центр рыболовства преф. Иватэ	1910, НИС - 2 (29)	22	НИИ рыболовства преф. Вакаяма	1902, НИС-1
4	Технологический центр рыболовства преф. Мияги	1900, НИС - 2 (31)	23	НИИ рыболовства преф. Тоттори	1900, 6, НИС-1 (11)
5	Центр продвижения рыболовства преф. Акита	1900, 31, НИС - 1 (8+16)	24	Технологический центр рыболовства преф. Симанэ	1901, 41, НИС - 3
6	Эксперимент. станция рыболовства преф. Ямагата	1920, 7, НИС - 1(12+5)	25	НИИ сельского, лесного и рыбного хозяйства преф. Окаяма	1902,20,
7	НИИ рыболовства префектуры Фукусима	2011, 18	26	Центр рыболовства и морских технологий преф. Хиросима	1900, НИС-1
8	Эксперимент. станция рыболовства преф. Ибараки	1901, НИС - 1 (15+4)	27	Отдел исследований в области рыболовства, преф. Токусима	1903, НИС - 1
9	Научно-иссл. центр рыболовства преф. Тиба	1899, 77, НИС - 3 (29)	28	НИИ рыболовства преф. Кагава «Красный прилив»	1900, НИС-1
10	Центр сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыболовства Токийского столичного острова	1920, НИС 4 (24,7,8,9)	29	Научно-исследовательский центр рыболовства, преф. Эхимэ	1900, НИС-1 (30)
11	Центр технологий рыболовства Канагавы	1912, НИС 1, ИС 1 (инспекторское судно)	30	Центр рыболовства и морских технологий преф. Фукуока	1898, 80, НИС-1 (19)
12	Институт рыболовства и океанических исследований преф. Ниигата	1899, НИС - 1 (11+4), ИС - 1.	31	НИИ рыболовства преф. Коти	1901, 16, НИС-1
13	Технологический центр сельского, лесного и рыбного хозяйства преф. Тояма	1941, НИС - 2 (13+6)	32	Центр развития рыболовства Гэнкай преф. Сага	1965, 4
14	Центр рыболовства преф. Исикава	1898, 82, НИС - 2	33	НИИ рыболовства преф. Нагасаки	1900, 52, НИС-2 (19)
15	Экспериментальная рыболовная станция преф. Фукуи	1921, 34, НИС - 2 (18,3)	34	НИИ центр рыболовства преф. Кумамото	1900, НИС-2
16	НИИ рыболовства преф. Сидзуока	1905, НИС - 1 (40)	35	Департамент исследований рыболовства, преф. Оита	1900
17	Эксперимент. рыболовная станция преф. Аити	1894, НИС - 2	36	Экспериментальная рыболовная станция преф. Миядзаки	1903, НИС-1
18	НИИ рыболовства преф. Мие	1899, НИС - 1 (6+4)	37	Центр технологий рыболовства преф. Кацосима ht	1903, НИС - 2
19	Технологический центр сельского, лесного и рыбного хозяйства преф. Киото	1899, НИС - 1	38	Центр рыболовства и морских технологий преф. Окинава	1921, НИС - 1 (14+6)

Примечание: общее число сотрудников станций, членов экипажей НИС и некоторые другие данные публикуются не всегда.

**Исследовательские организации
в области рыболовства и рыбного хозяйства
Японии на уровне местных органов власти**

На уровне местных органов власти многие десятилетия работают префектурные научно-экспериментальные станции по рыболовству (табл. 3). В их задачи входит проводить исследования и технические разработки, с учетом условий местной экосистемы и социальных потребностей. Некоторые типичные темы исследований на этих экспериментальных станциях включают разработку неиспользуемых прибрежных ресурсов и вопросы управления ресурсами, мониторинг и прогнозирование местных рыбных запасов (пространственно-временное распределение), а также – состояния океана (температура воды, приливы, ветры и т. д.). Кроме того, в этот круг входят: поиск более эффективных орудий лова и методов промысла наиболее подходящих для местных условий; разработка технологий производства посадочного материала и кормов для аквакультуры, профилактика и лечение болезней рыб; а также – мониторинг и предотвращение загрязнения прибрежных вод [14].

Один из наиболее успешных результатов исследований в этих префектурных станциях – разработка сурими, технологии производства рыбных колбас и других рыбных пастообразных продуктов. Технология сурими была разработана специалистами небольшой рыболовной исследовательской станции на Хоккайдо [16], но сегодня эта технология распространилась по всему миру.

Некоторые примеры исследований, получивших премию Национального совета рыболовственных научно-экспериментальных станций в последние годы, включают: исследования по разведению камбал с использованием хромосомных манипуляций, технология оценки биомассы минтая с помощью обычных эхолотов, технология

разведения Амурского вьюна, разработка вакцины для профилактики болезней восточной форели и прочее.

Планирует выше изложенные исследования и руководит их ходом на местах Научно-исследовательский совет по сельскому, лесному и рыбному хозяйству, созданный в рамках Министерства сельского, лесного и рыбного хозяйства. Управляет Научно-исследовательским советом кабинет министров. В состав совета из семи членов входят видные исследователи, представители промышленности и общественных объединений. Этот совет, кроме того, дозирует публикацию результатов исследований [14].

Таким образом, работу научно-экспериментальных органов на уровне префектур также непосредственно координирует Министерство сельского, лесного и рыбного хозяйства. В таблице 3 приведен перечень основных научных рыболовственных организаций местных органов управления. В Японии подобные объекты созданы в 46 префектурах (за исключением преф. Нара) и городских муниципалитетах (городские экспериментальные рыболовные станции есть в Хирошиме и Нагасаки), университетах, научно-исследовательских институтах и крупных рыболовных компаниях. В некоторых административных образованиях созданы несколько рыболовственных научно-экспериментальных единиц. Например, в Губернаторстве Хоккайдо, помимо указанной в таблице 3 организации, созданы научные станции, оснащенные по высшему разряду, в важных рыбных портах региона (Хакодатэ, Кусиро, Абасири, Вакканай и др.).

НИИ, кафедры, факультеты и иные структуры, осуществляющие рыболовственные исследования, созданы в 28 ведущих университетах Японии [17]. Исследования состояния рыболовных ресурсов и другие, связанные с этим работы, проводят

Таблица 4. Результаты подготовки и использования научных наблюдателей в рамках программы WCPFC (промышлен тунца) / **Table 4.** Results of training and use of scientific observers within the framework of the WCPFC program (tuna fishery)

Год	Слушатели курсов подготовки научных наблюдателей (чел.)		Результаты работы научных наблюдателей на судах по типам промысла				Наблюдения в порту (число раз)
	японцы	индонезийцы	Океанический ярусный	Прибрежный ярусный	Зарубежный кошельковый	Прибрежный скидджа	
2013	33	49	56	36	4	-	26
2014	19	62	58	75	6	17	26
2015	6	63	59	99	6	-	26
2016	11	57	53	73	9	32	26
2017	13	59	56	78	7	12	26
2018	11	98	59	77	7	10	26
2019	33	116	50	100	10	36	23
2020	12	51	8	x	x	x	x
2021	4	54	x	1	x	x	x
2022	2	102	18	8	0	-	x

Примечание: (-) не было поручений на проведение; (x) – ковидные ограничения

несколько ассоциаций и общественных объединений. Например, Ассоциация Японии по сохранению ресурсов рыболовства или Центр обеспечения рыбопромысловой информацией и др.

Крупнейшие компании Японии, производящие пищевую продукцию из ВБР, и пример их научного потенциала

В настоящее время к пищевым гигантам Японии, производящим и реализующим продукцию из сырья водного происхождения, относят пять крупнейших компаний [18]:

- «Маруха Ничиро» (Maruha Nichiro Co., Ltd.) – компания, которая известна крупнейшими продажами и долей рынка в индустрии морепродуктов;

- «Ниппон Суйсан» (Nippon Suisan Co., Ltd.) – в настоящее время известная как «Nissui». Это крупная компания в индустрии морепродуктов, занимающая второе место по продажам и доле рынка после «Маруха Ничиро». Производит не только продукты из морского сырья, но медицинские и профилактические препараты, косметику, БАД и т.п.;

- «Кёкуё» (Kyokujo Co., Ltd.) – третья по величине компания в индустрии морепродуктов по объемам продаж и доле рынка. «Кёкуё» импортирует и экспортит морепродукты, производит и продает переработанные морепродукты, производит промышленные холодильники для ведения логистического бизнеса;

- «Тоё Суйсан» (Toyo Suisan Co., Ltd.) традиционный вид деятельности – промысел и переработка тунцов. Значительную долю в производстве занимает лапша «рамэн», но основной бизнес по-прежнему сосредоточен на индустрии морепродуктов;

- «Нитирэй Фрэш» (Nichirei Fresh Co., Ltd.) – преобразована из компании «Нитирэй». Основная сфера деятельности – производство готовой продукции из рыбного сырья, которое компания преимущественно импортирует. Большое внимание уделяет контролю качества.

Такие компании не могли бы занимать лидирующие позиции в сфере переработки рыбной продукции, не имея своей научной базы. В качестве примера этой сферы приведем научный профиль компании «Ниппон Суйсан». В 1980-е гг. эта компания участвовала в научно-техническом сотрудничестве с СССР и знакома многим советским и российским специалистам.

Формированием научно-производственной политики компании «Ниссуй» занимается Токийский инновационный центр, построенный в 2011 г. с целью объединения ранее разрозненных научно-исследовательских организаций компании и укрепления потенциала НИОКР. Основное направление – безопасность пищевых продуктов, современное аналитическое оборудование для обеспечения безопасности и продвижения ис-

следований, с учетом требований по охране окружающей среды и энергосбережению.

Основанная в 1920 г., Центральная исследовательская лаборатория уделяет особое внимание качеству и стоимости, исследованиям и разработкам, а также маркетингу. Основная цель – как можно быстрее внедрить результаты исследований в производство, а также совершенствовать безотходные технологии для полного использования ограниченных морских ресурсов. Одно из дополнительных направлений этого участка – технологии аквакультуры и разработки в области здравоохранения.

Отдел анализа пищевых продуктов был создан в октябре 2002 г. после выделения из Центральной исследовательской лаборатории. Основная цель – создание глобальной системы проверки качества и безопасности, поступающей на переработку рыбной продукции, повышение надежности заводских инспекционных лабораторий в Японии и за рубежом.

Отдел развития технологий (создан в 1996 г.), с отделом производственного оборудования в головном офисе и отделом развития технологий в Токийском инновационном центре, нацелен на повышение производительности и расширение производственных функций уже работающих линий, подготовку оригинальных технологических решений для последующего развития и внесении вклада в прибыль компании [19].

Программа научных наблюдателей на промысловых судах

В Японии существует программа работ научных наблюдателей на японских и зарубежных промысловых судах (Japan Observer Programm, ниже – Программа). Реализует эту Программу Фонд сотрудничества с зарубежными странами в области рыболовства Японии² по поручению и за счет финансирования ДРЯ Министерства сельского, лесного и рыбного хозяйства с привлечением частных компаний. Работы ведутся с 2013 года.

По данной Программе готовят японских и иностранных наблюдателей для международных и региональных организаций по рыболовству, в которых участвует Япония. Как правило, это организации, которые контролируют международный промысел ценных видов ВБР, в которых заинтересовано японское рыболовство. В первую очередь – это тунцы.

Яркий пример – подготовка научных наблюдателей для судов, ведущих промысел тунца под контролем Комиссии по рыболовству в западной и центральной частях Тихого океана (WCPFC). Обучают по стандартам WCPFC небольшое число японских, а также и иностранных специалистов преимущественно из стран ЮВА, составляющих основную часть состава научных наблюдателей (табл. 4). Наблюдатели осуществляют сбор науч-

² Фонд сотрудничества с зарубежными странами в области рыболовства Японии – неправительственная организация, созданная в 1973 г. с целью закрепления прав на промысел японских судов в водах зарубежных государств, поскольку многие прибрежные государства, с учетом подготовки Конвенции ООН по морскому праву, стали устанавливать 200-мильные зоны или заявлять о намерениях применять это положение. Путем реализации различных программ по оказанию помощи в развитии рыболовства многим зарубежным странам с обширными морскими зонами (как правило, это бедные и развивающиеся страны Азии и Африки) Фонд формирует прояпонское рыбное лобби и облегчает себе доступ к рыбным ресурсам таких стран.



ной и промысловой информации и ее первичный анализ. На основе данной информации WCPFC осуществляет корректировку управления промыслами тунцов в конвенционных районах. К качеству подобной информации предъявляют высокие требования. Поэтому уровень подготовки научных наблюдателей также должен быть высоким [20].

Подобное взаимодействие Япония осуществляется и с другими региональными рыбохозяйственными организациями. Таким образом, в Японии создан дополнительный механизм получения первичной научной информации по самым разным районам Мирового океана.

Проблемы рыбохозяйственной науки Японии

Прежде всего, это кадровые проблемы. Они характерны для всей системы научных исследований практически по всем ее направлениям. Данные проблемы в различной степени проявляются и в области рыбохозяйственной науки.

Идя от общего к частному, следует отметить, что в Японии наблюдается заметная нехватка докторских кадров в масштабах всей страны. Число аспирантов, обучающихся в докторантуре, за последние 20 лет сократилось примерно на 20%, поскольку не создана среда для более активного участия «остепененных специалистов» в работе частных компаний. Если степень использования высококвалифицированных кадров уменьшается, то и конкурентоспособность промышленности

также может снизиться. Согласно статистике Министерства образования, культуры, спорта, науки и технологий Японии, количество японских аспирантов в 2022 учебном году снизилось до 14 382 человек. Это на 21% меньше по сравнению с пиковым значением – 18 232 человека в 2003 году.

Количество обладателей докторских степеней, в расчете на 1 млн человек населения в 2020 г., в Японии составило 123 человека, в Германии – 315, в Великобритании – 313, в США – 285 (2019 г.). Это около 40% по сравнению с другими развитыми странами. Число обладателей докторских степеней в Японии составляет 25 386 (2022 г.), а в США – 201 750 (2021 г.), что представляет собой восьмикратную разницу [21].

На симпозиуме, проведенном в июле 2023 г. советом директоров Японского общества наук о рыболовстве (Nippon Suisan Gakkai), была представлена текущая ситуация в рыбохозяйственной науке Японии. Были названы такие тревожные тенденции, как отставание по числу научных публикаций по рыболовству и рыбному хозяйству, недостаточность финансирования научных исследований в этой области.

По количеству научных статей по рыбному хозяйству занимаемое Японией место в мире снизилось с 10-го до 13-го в период с 2012-2022 годы. На симпозиуме было отмечено, что «Глобальный рейтинг Японии снижается. Нам необходимо увеличить инвестиции в исследования и разработки» [22].

Недостаточность финансирования выливается в проблемы, связанные со своевременной обработкой и анализом большего количества данных не только о собственно ресурсах рыболовства, но и об экосистемах и морской среде. Есть проблемы в разработке технологий для аквакультуры, включая корма и подготовку посадочного материала, а также – в расширении использования в различных рыбохозяйственных операциях интеллектуальных устройств и цифровых технологий.

Недостаточной считается роль рыбохозяйственной науки в разрешении противоречий между рыбаками и промышленностью, которая скрывает информацию о загрязнении морской среды. Выявление истинного качества морской среды пока остается плохо решаемой, с точки зрения научного обеспечения, проблемой.

С учетом накопившихся нерешаемых вопросов в области рыбохозяйственных исследований, ДРЯ запросил у правительства на 2024 г. рекордный бюджет в объеме 9,9 млрд иен только на «расширение исследований и оценки ресурсов», что на 68% больше, чем в 2023 финансовом году [23], значительная часть этого бюджета должна быть направлена на цифровизацию научного обеспечения отрасли.

Однако перспективы удовлетворения правительством этих запросов уменьшаются по мере нарастания, например, демографического кризиса в рыболовстве (выбытие без замены рыбаков по возрасту) и соответствующим увеличением субсидирования отрасли. Продолжается выкуп не востребованных промысловых судов из-за потери промысловых районов или ухудшения состояния ресурсной базы. Срочно потребовались субсидии рыбакам, потерявшим рынки сбыта за рубежом, из-за слива зараженной воды АЭС Фукусима в Тихий океан, и т.п.

Как представляется, эти насущные проблемы требуют более срочной финансовой поддержки со стороны правительства в ущерб научным исследованиям.

ВЫВОДЫ

Костяк системы рыбохозяйственной науки Японии составляют НИИ и научные станции на местах, в префектурах и городах. Они более многочисленны, в том числе и по числу работающих специалистов, и максимально приближены к условиям и требованиям местного рыболовства. Наука на местах стала складываться в годы чуть раньше и чуть позже 1990 г., в период быстрой индустриализации страны и перехода промысла на правовую основу и капиталистический способ производства.

Государственная рыбохозяйственная наука современного уровня стала складываться после окончания Второй мировой войны (Тихоокеанской войны). Рыболовство в Японии в послевоенный период играло огромную роль в обеспечении населения продуктами питания, для этого требовалось прочное научное обеспечение оценки рыбных запасов. Требовалась и более четкая организация этих процессов по всем территориям

страны, с учетом общего сценария развития экономики.

После 2000 г. происходит централизация государственной науки и ее укрупнение, что связано с потребностями оптимизации научной инфраструктуры и облегчением решения общегосударственных задач, путем усиления вертикали власти. В процесс централизации вовлечены и университетская, и муниципальная наука. Происходит усиление сращивания государственной науки и рыбохозяйственных исследований на местах, в некоторых случаях – и с частным бизнесом.

Деятельность государственной науки регулируется национальным законодательством, что повышает ее институциональный статус, но не выводит за рамки жесткого контроля со стороны центрального правительства. Похожая ситуация произошла и на местном уровне. Таким образом, сложилась жесткая, управляемая из центра, система.

Наука частного рыбного бизнеса, решая, в первую очередь, вопросы получения корпоративной прибыли, все же вынуждена действовать в рамках общих национальных требований обеспечения продовольственной безопасности (собственное производство и импорт сырья) и безопасности самих продуктов на основе национальных стандартов.

В дополнение к национальной научно-исследовательской структуре по рыболовству существует сеть получения информации о рыбных ресурсах, в которых особенно заинтересована Япония, во многих районах Мирового океана за ее пределами.

Основными проблемами рыбохозяйственной науки Японии являются проблемы, характерные как для России, так и, вероятно, для многих других стран: это проблема подготовки квалифицированных кадров и вопросы достаточного финансирования.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Акулин В.Н. Дальневосточная рыбохозяйственная наука в период смены социально-экономической системы в России. ТИНРО 95 лет: сборник статей. – Владивосток: ТИНРО. 2020. с. 22-66.
2. Бочаров Л.Н., Акулин В.Н. Исследования по аквакультуре. Из опыта ТИНРО (URL: <https://sztufar.ru/publications/2012-12-29/issledovaniya-po-akvakulture-iz-opyta-tinro>) [Дата обращения 16 августа 2023].
3. Марковцев В.Г. Состояние рыбного хозяйства стран АТР и перспективы международного рыболовства / /Известия ТИНРО. 2006. т. 144. с. 365-398.
4. Танака Э. Теория управления ресурсами рыболовства (Суйсан Сигэн Канригаку). Токио: Изд. Морского университета. 2015. с. 124. (URL: <https://www2.kaiyodai.ac.jp/~hermit.suisanshigenkanrigaku.pdf>) [Дата обращения 16 августа 2023]. (яп.).
5. История формирования прежнего Комплексного рыболовства научно-исследовательского центра (Кю Суйсан Сого Кэнкю Сэнта-но Энкаку)/ (URL: <https://www.fra.go.jp/home/about/enkaku.html>) [Дата обращения 16 августа 2023]. (яп.).
6. Курохидзи Ё. Генеалогия и текущее состояние японских исследовательских судов. // Рыбохозяйственные исследования океана. 1990. № 54. с. 147-152. (яп.).
7. Итикава С. Рыбохозяйственные фоновые исследования и научно-исследовательские суда (Суйсан Кайё Кэнкю то Тёсасэн) // Ис

- следования флота и морской инженерии (Ниппон Сэнпаку Кайёканку Кайси). 2022. Т.101. с.10-11. (яп.).
8. Накано Х. История современных морских исследований Японии и содействие развитию рыболовств (Kindainihon no kaiyō chōsa no Ayumi to suisan shinkō.Koseisha Koseikaku), Косэйся Косэйкаку. 2011. С. 82. (яп.).
9. Тарасов Н.И. Японское море. // Морской сборник. 1940. № 8. С. 52-53.
10. Закон о государственном юридическом лице «Учреждение рыбохозяйственных исследований и опытно-конструкторских разработках» № 199 от 1999 года. (URL: <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=411AC0000000199>) [Дата обращения 15 августа 2023] (яп.).
11. Официальный сайт Палаты представителей Парламента Японии. Закон № 78 об образовании ДРЯ / (URL:https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_housei.nsf/html/houritsu/00219480701078.htm) [Дата обращения 11 сентября 2023]. (яп.).
12. Закон об обеспечении устойчивом использовании китообразных № 76 от 2018 г.№ (Гэйрыйдзокутэкина риё-но какухо-никансурухорицу) (URL:<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=429AC0100000076>) [Дата обращения 11 09 2023] (яп.).
13. Проничкин С.В. Поддержка науки в Японии: организационные формы и финансовые механизмы // Вестник МГИМО-Университета. 2016. №5. (50). С. 115-127. <https://doi.org/10.24833/2071-8160-2016-5-50-115-127>. [Дата обращения 11 сентября 2023]
14. Makino M. Fisheries Management in Japan: Its institutional features and case studies, 195 Fish & Fisheries Series 34, DOI 10.1007/978-94-007-1777-0, © Springer Science+Business Media B.V. 2011. 200 p.
15. Бюджет Государственного юридического лица НИОКР «Учреждение рыбохозяйственных исследований и образования» (Kokuritsu kenkyū kaihatsu hōjin suisan kenkyū kyōiku kikō ni yōsuru keihi) (URL: <https://judgit.net/projects/12919>) [Дата обращения 8 сентября 2023]. (яп.).
16. Kitakami C. Мороженое сурими: вчера, сегодня и завтра.// Японский журнал по защите пищевых продуктов. 1997. Т.23. № 3. с. 145-155. DOI <https://doi.org/10.5891/jafps.23.145> (Kitakami C. Рейто сурими-но кино, кё, асита.//Nihon sekukhin hogo gakkai). (яп.).
17. Региональные общественные органы рыбного хозяйства и научно-экспериментальные организации рыбного хозяйства и океанографии (Chihōkōkyō dantai no suisan/ kaiyō shiken kenkyū kikan). URL: https://www.env.go.jp/water/kaiyo/ocean_disp/4benri/kanren.html [Дата обращения: 21 августа 2023] (яп.).
18. Справочник по исследованиям в рыбной отрасли [Suisan gyōkai kenkyū gaido] (URL: <https://shukatsu-mirai.com/archives/60804>). [Дата обращения 19 сентября 2023] (яп.).
19. Ниссуй: исследования и разработки (Ниссуй:кэнкю-кайхацу) (URL: https://www.nissui.co.jp/corporate/rd/innovation_center/tokyo/01.html) [Дата обращения 19 сентября 2023] (яп.).
20. 50 лет Фонду сотрудничества с зарубежными странами в области рыболовства Японии. Токио: 2023. с. 145-149. URL: <https://www.ofcf.or.jp/files/libs/2707/20230627090643908.pdf> [Дата обращения 25 августа 2023]. (яп.).
21. Подготовка докторов наук снизилось на 20% за 20 лет // Нихон Кэйдзай Симбун. 2023. 4 сент. (яп.).
22. Япония отстает в исследованиях в области рыболовства // Минато симбун. 2023 1 сент. (Нихон-но сусан кэнкю татиокуре) (яп.).
23. ДРЯ представил бюджетный запрос. Основное внимание изучению и оценкам запасов/ Минато симбун. 2023. 31 авг. (Сүйсантё-га райнэндо ёсан-ёку тэйсюцу. Сигэн тёса-Хёка-ни Ёсан Дзютэн) (яп.).
4. Tanaka E. (2015).The theory of fisheries resource management (Suisan Shigen Kanrigaku). Tokyo: Publishing House of the Maritime University. p. 124. (URL: <https://www2.kaiyodai.ac.jp/~hermit/suisanshigenkanrigaku.pdf>) [Accessed August 16, 2023].
5. The history of the formation of the former Integrated Fisheries Research Center (Kyu Suisan Sogo Kenkyu Senta no Enkaku) / (URL: <https://www.fra.go.jp/home/about/enkaku.html>) [Accessed August 16, 2023]. (яп.).
6. Kurohiji E: (1990). Genealogy and current status of Japanese research vessels. // Fisheries Ocean research. No. 54. Pp. 147-152.
7. Ichikawa S. (2022). Fisheries background research and research vessels (Suisan Kaye Kenkyu to Tesasen) // Fleet and Marine Engineering Research (Nippon Senpaku Kayekogaku Kaishi). Vol.101. Pp.10-11. (яп.).
8. Nakano H. (2011). The History of Modern Japanese Marine Research and the Promotion of Fisheries (Kindainihon no Kaiyō chōsa no Ayumi to suisan shinkō.Koseisha Koseikaku), Koseisha Koseikaku. p. 82. (яп.).
9. Tarasov N.I. (1940).The Sea of Japan. // Marine collection. No. 8. Pp. 52-53.
10. Law on the State Legal Entity "Establishment of Fisheries Research and Development" No. 199 of 1999. (URL: <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=411AC0000000199>) [Accessed August 15, 2023] (яп.).
11. Official website of the House of Representatives of the Parliament of Japan. Law No. 78 on the education of DRYA (Horitsu dai-78 go (Seva 23-city 1) Suisante setti-ho) (URL:https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_housei.nsf/html/houritsu/00219480701078.htm) [Accessed September 11, 2023]. (яп.).
12. LawonEnsuringtheSustainableUseofCetaceansNo.76from2018, No. (Gayrui dzdzokutekina rie-no kakuhō-nikansuru horitsu) (URL:<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=429AC0100000076>) [Accessed 11 09 2023] (яп.).
13. Pronichkin S.V. (2016). Support of science in Japan: organizational forms and financial mechanisms // Bulletin of MGIMO University. No.5. (50). Pp. 115-127. <https://doi.org/10.24833/2071-8160-2016-5-50-115-127>. [Accessed September 11, 2023]
14. Makino M. Fisheries Management in Japan: Its institutional features and case studies, 195 Fish & Fisheries Series 34, DOI 10.1007/978-94-007-1777-0, © Springer Science+Business Media B.V. 2011. 200 p.
15. Budget of the State Legal Entity R&D "Institution of Fisheries Research and Education" (Kokuritsu kenkyū kaihatsu hōjin suisan kenkyū kyōiku Kikō ni yōsuru keihi) (URL: <https://judgit.net/projects/12919>) [Accessed September 8, 2023]. (яп.).
16. Kitakami S. (1997). Surimi ice cream: yesterday, today and tomorrow.//Japanese Journal of Food Protection. vol. 23. No. 3. Pp. 145-155. DOI <https://doi.org/10.5891/jafps.23.145> (Kitakami S. Reito surimi no kino, kyo, asita.//Nihon sekukhin hogo gakkai). (яп.).
17. Regional public bodies of fisheries and scientific and experimental organizations of fisheries and oceanography (chihōkōkyō dantai no suisan/ kaiyō shiken kenkyū kikan). URL: https://www.env.go.jp/water/kaiyo/ocean_disp/4benri/kanren.html [Accessed: August 21, 2023] (яп.).
18. Handbook of Research in the fishing industry [Suisan gyōkai kenkyū gaido] (URL: <https://shukatsu-mirai.com/archives/60804>). [Accessed September 19, 2023] (яп.).
19. Nyssui: Research and Development (Nyssui:kenkyu-kaihatsu) (URL: https://www.nissui.co.jp/corporate/rd/innovation_center/tokyo/01.html) [Accessed September 19, 2023] (яп.).
20. 50 years of the Fund for Cooperation with Foreign Countries in the Field of Fisheries of Japan. Tokyo: 2023. pp. 145-149. URL: <https://www.ofcf.or.jp/files/libs/2707/20230627090643908.pdf> [Accessed August 25, 2023]. (яп.).
21. The training of doctors of sciences has decreased by 20% in 20 years // Nihon Keizai Shimbun. 2023. 4 Sep. (яп.).
22. Japan lags behind in research in the field of fisheries // Minato shimbun. 2023 1 Sep. (Nihon-no suisan kenkyu tachyokure) (яп.).
23. FRA submitted a budget request. Main attention to the study and evaluation of reserves/ Minato Shimbun. 2023. 31 Aug. (Suisante-ga reinendo yesan-yokyu teisutsu. Shigen chosa-Heka-ni Yesan Juten) (яп.).

REFERENCES AND SOURCES

1. Akulin V.N. (2020). Far Eastern fisheries science during the change of the socio-economic system in Russia. TINRO 95 years old: a collection of articles. – Vladivostok: TINRO. Pp. 22-66. (In Russ.).
2. Bocharov L.N., Akulin V.N. Research on aquaculture. From TINRO's experience (URL: <https://sztufar.ru/publications/2012-12-29/issledovaniya-po-akvakulture-iz-opyta-tinro>) [Accessed August 16, 2023]. (In Russ.).
3. Markovtsev V.G. (2006).The state of the fisheries of the Asia-Pacific countries and prospects for international fisheries NTS / /Izvestiya TINRO. vol. 144. Pp. 365-398. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию/ Received 29.09.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 11.10.2023



Предварительные результаты наблюдений микропластика в период ледообразования в Карском море

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-23-27 EDN qxxsqw

НИС Келдыш (фото К. Харламовой) / R/V «Akademik Mstislav Keldysh» (photo by K. Kharlamova)

Научная статья
УДК 504.054(265.51):539.2

Педченко Андрей Петрович – кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела пресноводных рыб, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), @app3960@yandex.ru, Москва, Россия

Адрес: 105187, Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация.

В начале ноября 2023 года завершился 92 рейс НИС «Академик Мстислав Келдыш» в Карское море. Основные направления работы экспедиции Института океанологии РАН (начальник экспедиции, академик РАН Михаил Владимирович Флинт) – климатические тренды и накопленные экологические риски в арктических экосистемах [1]. Одной из целей многодисциплинарных исследований в экспедиции был сбор проб микропластика в ходе 15 минутных траплей нейстонной сетью Манта ячеей 335 мкм для оценки его количества и характера распределения в поверхностных водах в период формирования льда в Карском море. Научные работы, выполненные учеными ВНИРО в рамках Соглашения о намерениях по сотрудничеству в научно-исследовательской деятельности между ФГБНУ «ВНИРО» и ФГБУН «ИО РАН» от 07.08.2018 г. и Программы совместных научных исследований Росрыболовства и Российской академии наук на 2021 и последующие годы от 3 марта 2021 г., позволили актуализировать данные о распределении микропластика, синтетических волокон и других антропогенных загрязнителей на различных участках акватории моря, включая его заливы, губы и воды у кромки льдов. Наблюдения в октябре 2023 года не выявили локализаций и аномальных концентраций микропластика в границах обследованной акватории.

Ключевые слова:

микропластик, антропогенное загрязнение, Карское море

Для цитирования:

Педченко А.П. Предварительные результаты наблюдений микропластика в период ледообразования в Карском море // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 23-27. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-23-27 EDN qxxsqw

PRELIMINARY RESULTS OF OBSERVATIONS OF MICROPLASTICS DURING ICE FORMATION IN THE KARA SEA

Andrey P. Pedchenko – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Freshwater Fish Department, Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), @ app3960@yandex.ru, Moscow, Russia

Address: 19 Okruzhny proezd, Moscow, 105187

Annotation. In early November 2023, the 92nd scientific survey of the R/V "Academician Mstislav Keldysh" to the Kara Sea was completed. The main areas of work of the expedition of the Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences in the 92nd scientific voyage (head of the expedition, Academician of the Russian Academy of Sciences, Mikhail Flint) are climatic trends and accumulated environmental risks in Arctic ecosystems [1]. One of the objectives of the multidisciplinary research of the expedition was to collect samples of microplastics during 15-minute trawling with the Manta neuston net 335 mkm to assess its quantity and distribution pattern in the surface during ice formation in the Kara Sea. The scientific work carried out by VNIRO scientists within the framework of the Agreement of Intent on Cooperation in Research Activities between VNIRO and IO RAS dated 07.08.2018 and the Program of Joint Scientific Research of Rosrybolovstvo and the Russian Academy of Sciences for 2021 and Subsequent years dated March 3, 2021, allowed updating data on the distribution of microplastics, fibers and other anthropogenic pollutants in various areas of the sea, including its bays, gulfs and the waters at the edge of the ice. Observations in October 2023 did not reveal localization and abnormal concentrations of microplastics within the boundaries of the surveyed water area.

Keywords:

microplastics, anthropogenic pollution, Kara Sea

For citation:

Pedchenko A.P. Preliminary results of observations of microplastics during ice formation in the Kara Sea // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 23-27. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-23-27 EDN qxxcqw

**На подходе к кромке молодых льдов.**

Фото А.П. Педченко

Проблема загрязнения пластиком (включая микропластик с размерами <5 мм) вод Мирового океана в последние годы широко обсуждается в средствах массовой информации, поскольку ее масштабы [2] сопоставимы в пространстве и времени с глобальными климатическими изменениями. Отмечено [3; 4], что рост мирового производства пластика и его активное использование в различных отраслях промышленности и быту сопровождается кратным и масштабным увеличением антропогенной нагрузки на морские экосистемы. Исследования ученых показали, что частицы пластика отмечаются в разном количестве повсюду, во всех оболочках планеты и её обитателях. Особое

беспокойство учёных и общества вызывает загрязнение пластиком биотопов Арктического региона, о чём свидетельствует обобщение немногочисленных публикаций [5]. Широко обсуждается вопрос о путях поступления пластика в арктический бассейн, направлениях его дрейфа и наличии зон накопления плавающего пластикового мусора и микропластика.

Предварительные результаты наблюдений, выполненных в ходе комплексной экспедиции в 92 рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» в Карское море в октябре 2023 г., позволили ученым ВНИРО актуализировать данные о распределении микропластика, синтетических волокон и других антропогенных загрязнителей на различных участках его акватории, включая заливы, губы и воды у кромки льдов.

Сбор проб, для оценки загрязнения микропластиком поверхностных вод Арктических морей, выполняется учеными ФГБНУ «ВНИРО» с 2019 года. В Карском море такие наблюдения были выполнены в ходе тралово-акустической съемки на НИС «Профессор Леванидов» в сентябре 2019 г. [6] и по маршруту Арктического перехода барка «Седов» по Северному морскому пути в октябре 2020 г. [7]. В составенейстонных уловов частицы пластика и волокна отмечали единично, как правило в собранных доминировал планктон, в меньшем количестве встречалась медуза, на отдельных участках акватории отмечали молодь краба, частицы судовой краски, сажи, песчаник, а на мелководных участках шельфа и у побережий присутствовали насекомые, остатки травы, перья и частицы дерева. Количественные оценки содержания микропластика, полученные в экспедициях ВНИРО, показали, что среднее количество частиц микропластика на единицу объёма в мористой части и прибрежной части акватории Карского моря

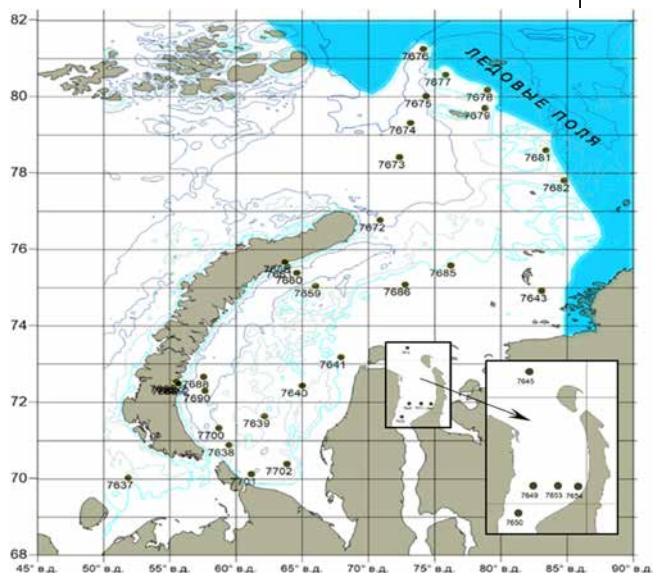
не превышало 0,025 и 0,002 ед./м³ соответственно. Аналогичные исследования, выполненные учеными ИО РАН в августе-октябре 2019-2022 годов, показали, что средняя концентрация микропластика, на единицу объема, варьировала от 0,003 до 0,015 ед./м³ в зависимости от количества наблюдений на акватории района исследований [8].

В 2023 г. план и сроки выполнения научной экспедиции ИО РАН в Карское море обусловили возможность получения уникальных сведений о распределении частиц пластика на его акватории в период осеннего выхолаживания вод и начала ледообразования. С учетом плана работ в рейсе, задачи исследования микропластика были уточнены и дополнены сборами проб в границах распределения вод речного стока, в Обской губе, на устьевых участках заливов восточного побережья архипелага Новая Земля, на галссе от северной части острова этого архипелага до ледовой кромки на 81°15' с.ш. через желоб Святой Анны (для подтверждения/опровержения переноса частиц пластика в Карское море с севера), а также наблюдениями вдоль кромки молодого льда в восточной части Карского моря, где таковые, в период интенсивного ледообразования, ранее не выполняли (рис. 1).

Важно отметить, что использование сети Манта, со счетчиком расхода воды, позволило провести репрезентативный отбор проб микропластика в поверхностном слое и получить данные о его количестве на единицу объема, сопоставимые с результатами наблюдений 2019-2022 годов. Материалы этих наблюдений были дополнены данными обловов водной толщи планктонными сетями Бонгго 60 и ДСН с ячейй 500 мкм, оборудованных счетчиками расхода воды. Также в ходе экспедиции выполнен отбор проб грунта для оценки возможного накопления пластика в морских отложениях.

Первичный анализ собранных проб методом микроскопии на борту судна позволил сделать предварительные оценки загрязнения микропластиком вод Карского моря в октябре 2023 года. В пробах, собранных на мелководном шельфе в границах распределенных вод речного стока, частицы микропластика не обнаружены, за исключением акватории Обской губы (ст. 7645, 7650, 7653). Отмечена их встречааемость в глубоководной юго-западной части моря (ст. 7638, 7688, 7690, 7701, 7702), что аналогично наблюдениям 2019-2022 годов. Впервые частицы микропластика отмечены в поверхностных водах заливов восточного побережья архипелага Новая Земля (ст. 7666, 7695-2), что, вероятно, связано с приливно-отливными явлениями. Зарегистрированы частицы микропластика над глубоководной частью желоба Святой Анны (ст. 7673), что, по мнению автора, обусловлено их переносом в Карское море водами из смежных северных районов. В пробах, собранных специалистами ИО РАН в этом районе, в августе и октябре 2021 г. микропластик не отмечали. Впервые обнаружены частицы микропластика в пробах воды, взятых у кромки льдов (ст. 7677, 7678, 7682) в период их интенсивного образования.

Начальник экспедиции академик М.В. Флинт отметил [9] «При этом в пробах практически по всей акватории бассейна были обнаружены частицы кра-



ственным компонентом загрязнения арктических морей, особенно если учесть, что при окрашивании подводных частей судов используется краска, препятствующая биологическому обрастанию и содержащая токсичные кадмий, свинец и цинк».

Таким образом, опираясь на результаты исследований 2023 г., можно говорить, что средняя концентрация микропластика в водах Карского моря, согласно предварительным расчетам, составила 0,0104 шт./м³, которая не превышает количественные оценки, полученные с использованием



Рисунок 3. Нейстонная сеть Манта в работе (фото К. Харламовой)

Figure 3. Manta neuston net in operation (photo by K. Kharlamova)



аналогичного оборудования (сети Манта) в ходе исследований в 2019-2022 годах. Важно отметить, что наблюдения, выполненные в основных биотопах моря, не выявили участков локализации или концентрации частиц пластика (включая микропластик с размерами <5 мм). Высокие показатели встречаемости частиц синтетической судовой краски, в уловах нейстонной сети, практически на всей акватории исследований, косвенно указывают на возможное увеличение антропогенной нагрузки на экосистему Карского моря. Это требует принятия превентивных мер по ее защите и принятию новых нормативных документов, направленных на минимизацию этого воздействия.

По нашему мнению, [10] в современных условиях, при реализации Стратегии развития Арктического региона, особое внимание следует обратить на следующие ключевые моменты:

- возможное накопление пластика в Арктике в результате его переноса из других регионов морскими течениями;

- увеличение антропогенной нагрузки на морские экосистемы, в том числе за счет загрязнения вод пластиком и синтетическими судовыми красками, с учетом климатических трендов, интенсивного развития инфраструктуры, транспортных перевозок и судоходства в регионе;

- поглощение частиц микропластика морскими организмами различного трофического уровня, которое может оказывать как физиологическое (связанное, например, с закупоркой путей у фильтратов или кишечных трактов у рыб), так и потенциальное токсикологическое воздействие, обусловленное выделением вредных добавок, химических соеди-

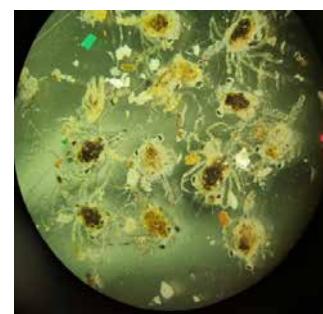


Рисунок 4. Уловы сети Манта: личинки мойвы, личинки краба, молодь трехглой колюшки (фото автора)

Figure 4. Catches Manta net: Capelin larvae, crab larvae, the young of the three-spined stickleback (photo by the author)

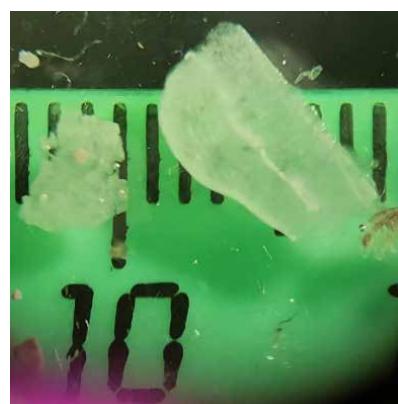


Рисунок 5. Изображение микропластика под микроскопом (шкала микроскопа в мм, минимальное деление 0,1 мм)

Figure 5. Microplastic image under a microscope (scale in mm, minimum division 0.1 mm)

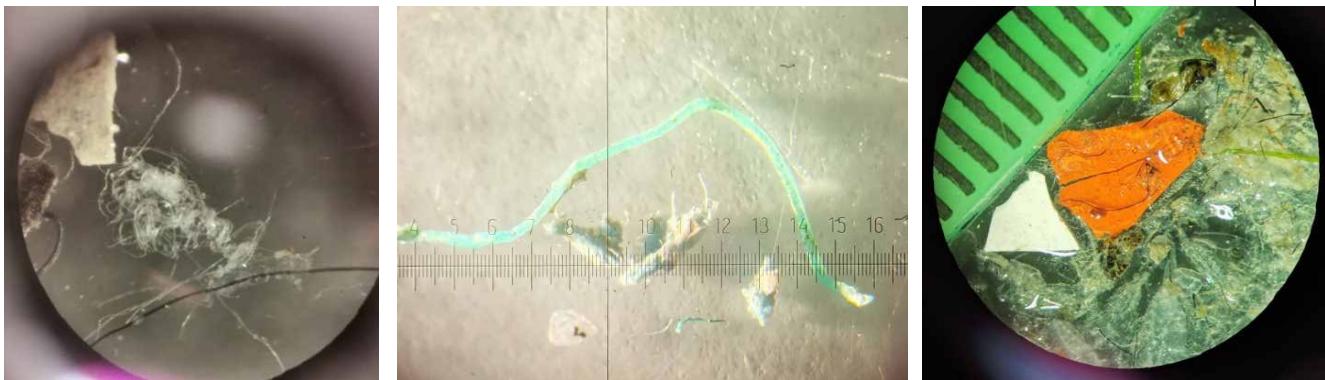


Рисунок 6. Синтетические волокна и фрагменты судовой краски часто встречались в уловах сети Манта (фото автора)
Figure 6. Synthetic fibers and fragments of marine paint were often found in the catches of the Manta net (photo by the author)

нений и/или токсинов, сорбированных на поверхности частиц пластика или адсорбированных с них; - возможное накопление пластика в донных отложениях.

Автор выражает искреннюю благодарность начальнику экспедиции, академику РАН Михаилу Владимировичу Флинту за приглашение к участию в комплексной экспедиции в Карское море и помочь в организации научных наблюдений в ходе ее выполнения. Мы также благодарим специалистов ВНИРО и ИО РАН, членов экипажа НИС «Академик Мстислав Келдыш» за помощь в сборе проб микропластика, авторов фотографий за любезное их предоставление, специалистов ФГБНУ «ВНИРО» за помощь в техническом обеспечении научных работ при подготовке экспедиции, а также – анонимных рецензентов, сделавших ценные замечания при подготовке публикации.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Академик Михаил Флинт: Арктика вопреки всему [Электронный ресурс] // URL : <https://argumenti.ru/interview/2023/10/862843> (дата обращения 10.11.2023)
2. Чубаренко И. П., Есокова Е. Е., Хатмулина Л. И., Лобчук О. И., Исаченко И. А., Буанова Т. В. Микропластик в морской среде. М.: Научный мир. 2021. 520 с.
3. Lusher A.L.; Hollman P.C.H.; Mendoza-Hill J.J. 2017. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 615. Rome, Italy. Pp. 140
4. GESAMP. 2020. Proceedings of the GESAMP International Workshop on assessing the risks associated with plastics and microplastics in the marine environment / Kershaw P.J., Carney Almroth B., Villarrubia-Gómez P., Koelmans A.A., Gouin, T., eds. (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/ UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. to GESAMP No. 103. Pp. 68.
5. Bergmann M., Collard F., Fabres J., Gabrielsen W., Provencher J., Rochman C., Sebille E., Tekman M. 2022. Plastic pollution in the Arctic// Nat.Rev.Earth Environ. 3: 323-337. DOI:10.1038/s43017-022-00279-8 .
6. Педченко А.П., Блиновская Я.Ю. Трансарктическая экспедиция ВНИРО: Результаты исследований микропластика в Арктических морях в 2019 г. // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика. Мат. междунар. науч.-практ. конф. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». 2020. Ч.1. С. 203-205.
7. Педченко А.П., Сомов А.А. Арктический переход барка «Седов» в августе-октябре 2020 г.: обзор результатов научных наблюдений // Труды ВНИРО. 2021. Т. 185. С. 163-171.
8. Жданов И.А. Оценка распределения и изменчивости поверхностного микропластика в евразийской Арктике на основе унифициро-
- ванных методов: дис. ... канд. геогр. наук: 1.6.17 – «Океанология». ИО РАН, Москва, 2023. 24 с.
9. Флинт М.В. 92-й рейс НИС «Академик Мстислав Келдыш». Завершается второй, последний этап рейса [Электронный ресурс] // URL : <https://ocean.ru/index.php/vse-novosti/item/2887-92-rejs-keldysh-zavershenie> (дата обращения: 10.11.2023)
10. Колончин К.В., Педченко А.П., Беляев В.А. Исследования содержания микропластика в воде и промысловых рыбах: от научного поиска к масштабному мониторингу // Труды ВНИРО. 2023 г. Т. 193. С. 162-173. DOI: 10.36038/2307-3497-2023-193-162-173.

REFERENCES AND SOURCES

1. Academician Mikhail Flint: The Arctic against all odds [Electronic resource] // URL: <https://argumenti.ru/interview/2023/10/862843> (accessed 10.11.2023)
2. Chubarenko I. P. Yesukova E. E., Khatmullina L. I., Lobchuk O. I., Isachenko I. A., Bukanova T. V. (2021). Microplastics in the marine environment. M.: Scientific world. 520 p. (In Russ.).
3. Lusher A.L.; Hollman P.C.H.; Mendoza-Hill J.J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 615. Rome, Italy. – Pp.140.
4. GESAMP. 2020. Proceedings of the GESAMP International Workshop on assessing the risks associated with plastics and microplastics in the marine environment / Kershaw P.J., Carney Almroth B., Villarrubia-Gómez P., Koelmans A.A., Gouin, T., eds. (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/ UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. to GESAMP No. 103. Pp.68.
5. Bergmann M., Collard F., Fabres J., Gabrielsen W., Provencher J., Rochman C., Sebille E., Tekman M. 2022. Plastic pollution in the Arctic// Nat.Rev.Earth Environ. 3: 323-337. DOI:10.1038/s43017-022-00279-8 .
6. Pedchenko A.P., Blinovskaya Ya.Yu. (2020). VNIRO Transarctic expedition: Results of microplastics research in the Arctic seas in 2019 // Innovative scientific research: theory, methodology, practice. Mat. inter. scientific-practical. conf. Penza: ICNS "Science and Education". Part 1. Pp. 203-205. (In Russ.).
7. Pedchenko A.P., Somov A.A. (2021). Arctic passage of the Sedov bark in August-October 2020: a review of the results of scientific observations // Proceedings of VNIRO. Vol. 185. Pp. 163-171. (In Russ.).
8. Zhdanov I.A. (2023). Assessment of the distribution and variability of surface microplastics in the Eurasian Arctic based on unified methods: dis ... Candidate of Geological Sciences: 1.6.17 – "Oceanology". IO RAS. Moscow. 2023. 24 p.
9. Flint M.V. 92nd flight of the NIS "Academician Mstislav Keldysh". The second and last stage of the flight is coming to an end [Electronic resource] // URL: <https://ocean.ru/index.php/vse-novosti/item/2887-92-rejs-keldysh-zavershenie> (date of application: 10.11.2023)
10. Kolonchin K.V., Pedchenko A.P., Belyaev V.A. (2023). Studies of microplastic content in water and commercial fish: from scientific search to large-scale monitoring // PROCEEDINGS of VNIRO. vol. 193. Pp. 162-173. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию / Received 12.11.2023
 Принят к публикации / Accepted for publication 12.11.2023



Экологическое и эпигенетическое воздействие на искусственно разводимых тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-28-41 EDN yjoiwf

Обзорная статья
УДК 639.321

Воробьев Валерий Васильевич – доктор технических наук, академик РАЕН, эксперт ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), @vvvorobev@mail.ru, г. Владимир, Россия

Адрес: ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ») – 600901, г. Владимир, мкр. Юрьевец

Аннотация.

Приведены основополагающие причины сокращения численности природных лососёвых стад в странах северного бассейна Тихого океана и в южных акваториях российского Дальнего Востока. Показано, как научно необоснованное создание системы лососёвых рыболоводных заводов вызвало образование негативных экосистемных, социальных и экономических последствий от крупномасштабного искусственного выращивания всех видов тихоокеанских лососей. Рассматривается колossalное влияние эколого-эпигенетического воздействия на трансформацию онтогенеза, снижение жизнестойкости и воспроизводства здорового потомства, утрату навигационно-врождённого инстинкта (хоминга) у искусственно выращиваемых тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*.

Ключевые слова:

экология, эпигенетика, лосось, разведение, стресс, онтогенез, хоминг, жизнестойкость, большое потомство

Для цитирования:

Воробьев В.В. Экологическое и эпигенетическое воздействие на искусственно разводимых тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 28-41.
DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-28-41 EDN yjoiwf

EECOLOGICAL AND EPIGENETIC IMPACT ON ARTIFICIALLY BRED PACIFIC SALMON OF THE GENUS *ONCORHYNCHUS*

Vorobyov Valery Vasilyevich – Doctor of Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, expert of the Federal State Budgetary Institution "Federal Center for Animal Health Protection" (FGBI "VNIIZH"), @vvvorobyev@mail.ru, Vladimir, Russia

Address: FSBI "Federal Center for Animal Health Protection" – 600901, Vladimir, md. Yuryevets, FGBI "VNIIZH"

Annotation. The fundamental reasons for the decline in the number of natural salmon herds in the countries of the northern Pacific basin and in the southern waters of the Russian Far East are given. It is shown how the scientifically unjustified creation of a system of salmon hatcheries caused the formation of negative ecosystem, social and economic consequences from large-scale artificial cultivation of all types of Pacific salmon. The colossal influence of ecological and epigenetic influence on the transformation of ontogenesis, reduction of vitality and reproduction of healthy offspring, loss of navigation-innate instinct (homing) in artificially raised Pacific salmon of the genus *Oncorhynchus* is considered.

Keywords:

ecology, epigenetics, salmon, breeding, stress, ontogenesis, homing, resilience, sick offspring

For citation:

Vorobyov V.V. Ecological and epigenetic impact on artificially bred Pacific salmon of the genus *Oncorhynchus* // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 28-41. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-28-41 EDN yjoiwf

ВВЕДЕНИЕ

В сопредельных странах северного бассейна Тихого океана промышленный лов лососей рода *Oncorhynchus* ведётся более 170 лет. В конце XX века и, особенно, в XXI столетии происходило значительное сокращение численности природных лососёвых стад в Северной Пацифике, в том числе, в южных акваториях российского Дальнего Востока. Одной из многих существенных причин сокращения численности стад тихоокеанских лососей называют повсеместное развитие системы лососёвых рыбоводных заводов, спровоцировавшее образование негативных экосистемных, социальных и экономических последствий от крупномасштабного искусственного воспроизводства всех видов лососей рода *Oncorhynchus*.

Цель работы – показать безмерно значимое влияние эколого-эпигенетического воздействия на трансформацию онтогенеза, снижение жизнестойкости и воспроизводства здорового потомства, утрату навигационно-врождённого инстинкта (хоминга) у искусственно выращиваемых тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*.

I. Актуальные проблемы искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*

1.1. Тихоокеанские лососи семейства Salmonidae рода *Oncorhynchus* кета (*O. keta*), нерка (*O. nerka*), чавыча (*O. tshawytscha*), горбуша (*O. gorbuscha*), кижуч (*O. kisutch*), сима (*O. masou*) обитают в северной части бассейна Тихого океана и прилегающих районах – бассейнах Ледовитого океана. Тихоокеанские лососи являются наиважнейшими промысловыми рыбами, обладающими высокой пищевой и биологической ценностью и имеющими большое социально-экономическое значение для стран северного Тихоокеанского региона.

За более чем полувековую нерациональную промысловую политику, как в сфере вылова тихоокеанских лососей в реках и прибрежных акваториях на западе Канады и США, Японии, Южной Корее и Китае, а также в Дальневосточных регионах России, так и искусственного культивирования заводской молоди лососей, произошло существенное сокращение биоресурсов и возможности воспроизведения природных популяций за счёт естественного нереста всех видов лососей в Северной Пацифике. Образовалась мировая межгосударственная трудно разрешаемая проблема.

К угрозам исчезновения тихоокеанских лососей относятся нерациональное рыболовство и браконьерство, вырубка лесов в нерестоохранной зоне рек и лесосплав, нарушение русел нерестовых рек, мелиорация, сельскохозяйственное производство, горнорудная промышленность, гидроэнергетика, транспорт, сброс загрязнённых и неочищенных промышленных и сточных вод и т.п. К этому ряду угроз, как это ни звучит парадоксально, относят попытки во всех странах Тихоокеанского бассейна компенсировать негативные последствия вышеперечисленных видов деятельности путём **искусственного выращивания лососей** [13].

В этом аспекте автор бестселлера «Лосось без рек» Джим Лихатович [17], акцентирует: «*Одной из главных проблем лосося является то, что существует не одна какая-то угроза его существованию, а непрерывный их ряд – почти в каждой точке местообитания, в течение всего жизненного пути. При каждом контакте с индустриальной экономикой, от истоков до океана, лосось ведёт безнадёжную борьбу за среду обитания*».

1.2. Тихоокеанских лососей начали искусственно выращивать во второй половине XIX в. в Северной Америке, позже – в Японии в качестве компенсации убывающих биоресурсов,

в связи с чрезмерным выловом рыб и уничтожением среды их пресноводного обитания при лесоразработках и сельскохозяйственной деятельности [17; 35; 40]. Ориентация на заводское воспроизводство, без ограничения рыболовства, нанесла тяжёлый урон естественным популяциям тихоокеанских лососей в США, особенно в бассейне р. Колумбии [17; 51]. Начав позже искусственное выращивание лососей, Япония увеличила свои рыбные ресурсы, отчасти заместив природные популяции заводскими [36], хотя качество, возвращающихся производителей кеты, постоянно снижается, вследствие генетических мутаций – уменьшаются размеры и масса лососей [37].

Сегодня в Северной Пацифике действуют более 850 лососевых рыболовных заводов, из которых 378 предприятий расположены в Японии, в Канаде лососей воспроизводят на 191 заводе, а в США – на 178. Ещё 12 ЛРЗ работают в Республике Корея, по 4 завода – в Китае и КНДР. На российском Дальнем Востоке в настоящее время функционирует 90 рыболовных предприятий, основным регионом искусственного воспроизводства лососевых является Сахалинская область. По данным NPAFC (Северотихоокеанская комиссия по анадромным рыбам), в последние годы в океан ежегодно выпускают более 5,5 млрд молоди различных видов тихоокеанских лососей, основная масса из которых – кета и горбуша, являющихся мощнейшим фактором воздействия на тихоокеанскую природную среду.

Наибольшего успеха в области искусственного разведения лососей добилась Япония: с начала 1980-х годов она выпускает ежегодно около 2 млрд экземпляров молоди кеты. В результате создания Японией стада кеты (японская кета) – самого крупного по биомассе стада лососей в Тихом океане, существенно изменилась география воспроизводства лососей в целом. Если в начале XX в., размножающаяся в реках, на территории Японии кета обеспечивала 3% азиатского улова, то в начале XXI столетия рыболовные заводы Хоккайдо и Хонсю обеспечивали около 80% азиатского улова кеты. Улов кеты искусственного воспроизводства в 5-6 раз превышает исторический максимум уловов лососей природных стад на территории Японии в 1980-х годах [11].

Количество популяций искусственно воспроизводимых и природных стад лососей в восточной и западной частях Северной Пацифики значительно различается. Так, если доля искусственно воспроизводимых лососей в общем американском улове составляет около 10-15% (на Аляске около 70 тыс. т или 31% вылова заводских лососей), то в азиатском – 40-50%, в основном за счёт японской кеты [12].

Точки зрения о пищевой конкуренции лососей природного и заводского происхождения, в период нагула в океане, кардинально различаются. Ряд исследователей полагают, что регулярные выпуски кеты, выращиваемой на япон-

ских ЛРЗ, переполняют Северную Пацифику [3; 28; 30]. При этом отмечено снижение массы, размеров, плодовитости кеты, увеличение возраста её созревания; патологические изменения в мышцах и печени рыб. Обнаружена донерстовая гибель производителей в океане, при уходе за пределы нагульного ареала [11; 39]. Негативные изменения, вызванные большими выпусками японской заводской кеты, затрагивают и дикие популяции того же вида.

Сторонники другой точки зрения вполне обоснованно отрицают лимитированность экологической ёмкости Северной Пацифики её кормовыми ресурсами для тихоокеанских лососей [6; 23; 24]. Ежегодные декларируемые выпуски 5,5 млрд молоди лососей с рыболовных заводов всех стран Северной Пацифики малозначительно влияют на баланс её экосистемы.

1.3. В общем объёме, добываемых рыбной промышленностью России, гидробионтов тихоокеанские лососи занимают 2-3-е места. По данным Росстата, в 1990-х годах в Российской Федерации вылов тихоокеанских лососей, по сравнению с 1980-ми годами, увеличился в 1,2-1,6 раза и составил 120,9–254,9 тыс. т, в 2000-х годах вырос вдвое – 225,8–556,4 тыс. тонн. В 2010-х годах объёмы уловов лососей возросли ещё на 15-30% и составили 353,1–683,2 тыс. тонн. В последние чётные годы вылов тихоокеанских лососей существенно сократился, и в 2020 г. составил 299,2 тыс. т, в 2022 г. – 271 тыс. тонн.

Процесс деградации и существенного сокращения локальных стад природных популяций тихоокеанских лососей подошёл к опасной черте, о чём говорят более двадцати лет и на Сахалине, и на Камчатке, и в Хабаровском крае. Руководитель общественной организации «Эковахта Сахалина» Дмитрий Лисицын представил данные государственного мониторинга [1], которые показывают, что «*Крупнейшие и наиболее важные нерестовые реки – Тымь, Поронай, Найба, Лютога, составляющие более 40% нерестового потенциала Сахалина, заполняются горбушей штучно и практически перестали вносить вклад в её воспроизводство. В сезон наиболее активного нереста лососей 2021 года «Эковахта» обследовала 27 наиболее важных рек юго-запада Сахалина и обнаружила там единичные экземпляры горбушки, при том, что ещё несколько лет назад этот район давал уловы в тысячи тонн*» [1]. Д. Лисицын напоминает: «*В последние годы ограничения на вылов вводились в целых промысловых районах, но горбушки, а теперь ещё и кеты всё равно становятся меньше. Необходимо что-то менять в управлении лососёвым хозяйством региона*».

В 1999 г. на Сахалине действовало 22 ЛРЗ, в 2011 г. функционировали 37 лососевых рыболовных завода федерального подчинения, арендованные и частные. На начало 2020 г. на Сахалине и о. Итуруп уже действовали 65 ЛРЗ, ежегодный выпуск молоди кеты и горбушки составил 1,1 млрд экз., из них выпущено 800 млн мальков кеты. В 2022 г. построили ещё три ЛРЗ

и их количество на Сахалине увеличилось до 73, объём выпуска молоди искусственного выращенного лосося в 2022 г. составил 1,179 млрд экземпляров. Однако во многие реки, на которых построены современные ЛРЗ, и где ежегодно искусственно выращивают и выпускают в эти же реки миллионы молоди лососей, на нерест фактически никто не возвращается – ни кета, ни горбуша. В чём причина? Ответа и каких-либо вразумительных объяснений нет.

В Хабаровском крае ситуация выглядит более драматично. Экологи отмечают, что на естественное снижение подходов на нерест лососей, которое началось в 2017 г., повлиял чрезмерный легальный и нелегальный промысел (браконьерство).

С 2018 г. волонтёры Ассоциации коренных малочисленных народов Севера (КМНС) Хабаровского края, при поддержке Амурского филиала WWF России, вместе с независимыми ихтиологами обследовали притоки р. Амур. При естественно-природной норме заполнения нерестилищ – около 50 лососей на 100 квадратных метров в 2018-2020 годах, на этой площади было зафиксировано 0,1-2,6 экз., а в 2021 г. в реках Амгуни, Анюе, Тунгуске, Горине и Гуре рыбы, идущей на нерест, вообще не было [1]. В обследованных нерестовых реках не было зафиксировано ни одной горбуши и ни одной кеты, выращенных на 5 заводах Края.

1.4. В России выращивать тихоокеанских лососей стали в начале XX в., во второй половине столетия произошла значительная активизация искусственного лососеводства. Однако, на протяжении сравнительно недолгой истории разведения лососей на Сахалине, Камчатке, в Хабаровском крае и Магаданской области, в Приморье, строительства в регионах 90 ЛРЗ для культивирования лососей, многие годы возникает ряд неразрешимых проблем [6; 13].

По данным многолетних исследований Г.В. Запорожец и О.М. Запорожец [6], промыловые возвраты заводского лосося в последние годы многократно сократились. Так, возврат кеты к ПЛРЗ от поколений выпуска молоди 1994-2006 гг. составил 0,13%, к ЛРЗ «Кеткино» от поколений выпуска 1994-2006 гг. – 0,04%, к ВЛРЗ поколений такого же периода – 0,03%, к ЛРЗ «Озерки» от поколений выпуска 1993-2006 гг. – 0,07%. Низкая эффективность работы ВЛРЗ и других заводов по производству кеты обусловлена постоянными и периодическими перевозками икры для инкубации с р. Паратуринки. Отмечено, что за последние годы коэффициент возврата кеты к ПЛРЗ уменьшился в 5 раз (с 0,3% в 1994-2000 гг. выпуска, до 0,06% в период 2001-2006 гг.), что свидетельствует о снижении эффективности воспроизводства на заводе [6].

Проведённый анализ экономических показателей камчатских ЛРЗ [6] свидетельствует, что затраты на искусственное воспроизводство далеко не эквивалентны условной стоимости возвращающихся производителей. Для поддержа-

ния численности лососевых ресурсов на оптимальном уровне целесообразно финансировать их реальную охрану от браконьеров, обеспечив серьёзный контроль и уголовную ответственность за нарушение. По оценке М.Ю. Ксенофонтова и И.А. Гольденберг [14], затраты на охрану лососей от браконьеров эффективнее заводского разведения молоди примерно в 10 раз.

Аналогичная ситуация с крайне низким уровнем промыловых возвратов культивируемых лососей к ЛРЗ и на Сахалине, и в Магаданском и Хабаровском краях, и в Приморье.

В опубликованном обширном обзоре В.И. Радченко (2021) [19], рассматриваются проблемы возврата и воздействия заводских лососей на природные популяции. Актуальность темы достигла максимума в последние годы, на фоне резкого снижения величины подходов и уловов горбуши в Сахалинской области. Сокращение возвратов кеты к побережью Японии также вызывает вопросы об эффективности её искусственного воспроизводства. В районах к северу от Хоккайдо неудачные, в промысловом отношении, последние годы рассматривают как тревожное свидетельство начидающегося сокращения численности запасов [19].

Оценки количества в Тихом океане рыболовного лосося [47], основаны на данных о выживаемости и возвратах, для периода высокой численности кеты и горбуши, в том числе – и в южных частях ареала, когда они были существенно выше. К тому же, **до развития методов, позволяющих определить долю в возврате рыб искусственного и природного происхождения**, доля первых занимала повсеместно, иногда в несколько раз. Очевидно, что занимала и оценивала **воздействия заводских популяций лососей на их природные запасы** [19]. Доля рыболовной молоди кеты в море снижается значительно быстрее, чем рассчитанная, исходя из соотношения численности выпуска и естественного ската [22]. Это подтверждает мнение, что выживаемость заводской молоди, как горбуши [20] и кеты [7], так и других видов лососей, например, кижучи [33; 41], многократно ниже, чем выживаемость молоди, скатывающейся с естественных нерестилищ.

Рыболовная молодь лососей менее жизнеспособная в отличие от природной, что объясняется разницей в профилях экспрессии генов, обусловленных эпигенетическим перепрограммированием [42] и изменением частоты аллелей ключевых генов [38]. Предполагают, что получаемый молодью стресс, в условиях технической среды ЛРЗ, может играть важную роль в переходе отолитов лосося в ватеритную форму, которая рассматривается как пример подобных эпигенетических изменений [50].

Значительно низкую выживаемость заводской молоди кеты, по сравнению с молодью с естественных нерестилищ, обычно объясняют более низким генетическим разнообразием заводской молоди в результате селективного отбора, инбридинга и аккумулирования «вред-

ных» мутаций, обусловленной высокой выживаемостью на этапе воспроизводства от икры до выпускаемого малька (83% от закладки в 1989–2018 гг.). Araki et al., 2008 [27] убеждены, что носители таких мутаций погибли бы в дикой природе на ранних стадиях, поскольку молодь заводской кеты обладает меньшими адаптационными способностями. Результаты генетических исследований рыболовного лосося позволяют говорить об эффекте «одомашнивания» искусственно воспроизводимых популяций, заключающегося в эпигенетическом репрограммировании, происходящем вследствие содержания заводской молоди лососей в однородной технической среде ЛРЗ, кормления искусственным кормом, отличающимся от природного, и воздействия других факторов культивирования [32; 33; 42]. Техническая среда ЛРЗ благоприятствует определённым генотипам, связанным с одомашниванием, а искусственный отбор может привести к дезадаптации на изменения температурной водной среды обитания и действовать в противоположном направлении естественному отбору [52]. Происходящие при заводском содержании молоди кеты эпигенетические модификации приводят к снижению её жизнеспособности.

Длительный период искусственного воспроизводства японской кеты на ЛРЗ предопределил изменение частоты аллелей в её популяциях, что может ослаблять эффект хоминга [38]. Расположение мест нагула и нереста японской кеты требует протяжённых миграций, в том числе вдоль побережий, где воспроизводятся другие виды популяций рода *Oncorhynchus*, а это предопределяет более высокий стреинг, по сравнению с другими региональными группировками [38]. Отмеченная замена аллелей, адаптированных к повышенной температуре генов, определяет снижение эффективности метаболизма в скелетных мышцах, что соответствует наблюдениям, зафиксировавшим низкую выносливость (Kobayashi, Ohkuma, 1983, цит. по Kitada, Kishino, 2021) [38], и снижения уровня метаболизма [49] японской рыболовной кеты при физических нагрузках.

1.5. Промысел в период, предшествующий половому созреванию и нересту, является мощным стрессогенным фактором [21]. Среди пелагических рыб стрессогенное воздействие промысла хорошо изучено на примере сельди. В экспериментах установлено, что содержание выловленной сельди в сетевых садках с высокой плотностью посадки может вызвать задержку развития половых клеток, снижение качества половых продуктов, вплоть до гибели эмбрионов ещё в материнских ястыках, и увеличение распространённости вируса геморрагической септицемии [44].

Непродолжительное действие сильных стрессоров, таких как контакт с орудиями лова, отлов и транспортировка, вызывает у рыб, включая лососей, «рефлекторную недостаточность», проявляющуюся в нарушении нормаль-

ного пищевого поведения, двигательной активности, замедленной реакции на приближение хищника. В острых случаях рефлекторная недостаточность приводит к отложенной гибели рыб. Так, кижуч, выпущенный из ловушки небода, может погибнуть от последствий стресса в течение 20 дней после поимки [34]. В эксперименте у атлантического лосося, в результате хронического стресса, наблюдались динамические изменения в экспрессии генов, определяющих функционирование организма по линии гипоталамус – гипофиз – надпочечники. У рыб, подвергшихся хроническому стрессу, наблюдалась пониженная гормональная реакция на новый фактор стресса, по сравнению с контрольной группой [43]. Стресс лососей перед нерестом негативно влияет на качество икры. Установлено, что содержание кортизола в икре кижуча, подвергнутого в экспериментальных условиях стрессу за 2 недели до нереста, значительно выше, чем в контрольных образцах [48]. При этом стрессоры, воздействующие на рыб, как правило, усиливают действие друг друга [45].

1.6. С 1960-х годов в Дальневосточном бассейне России в рыбной промышленности активно развиваются и совершенствуются методы искусственного воспроизводства молоди тихоокеанских лососей, проводится модернизации имеющихся производственных мощностей, строятся новые лососёвые рыболовные заводы – на Сахалине и о. Итуруп с 2000 г. по 2022 г. построили и оснастили современным отечественным и импортным оборудованием 51 ЛРЗ, объём выпуска молоди искусственно выращенных лососей в 2022 г. составил 1,179 млрд экз. – всё это декларируется как достижение значительных успехов в рыбоводстве.

Однако за последнее 10-летие ситуация с искусственным воспроизводством молоди лососей и их возвратом в «родные» реки и к ЛРЗ, снижением промысловых уловов лососёвых, вызывает серьёзные опасения за будущее существование тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*, а также за социально-экономическое развитие Дальневосточных регионов России.

В 1963 г. А.И. Смирновым была разработана и предложена рыбной отрасли «Инструкция по искусственному разведению тихоокеанских лососей», которая была частично откорректирована в 1998 г. и действовала до конца 2011 года. С 1 января 2013 г. введён новый инструктивный документ, который был создан без учёта экологических условий среды на предприятии, в нём не отражено влияние абиотических и биотических факторов среды на производителей, оплодотворённую икру, эмбрионов и молодь лососей на разных этапах онтогенеза.

Основополагающая неразрешимая проблема в рыбоводстве рыбной отрасли России, как и в зарубежных странах Северной Пацифики, – рост объёмов искусственного разведения тихоокеанских лососей, архи отрицательно влияющих на популяционную структуру при-

родных стад лососей, существенное ухудшение среды их обитания и сокращение численности запасов.

Американский биолог Джим Лихатович в работе «Лосось без рек» [17], даёт обобщённую оценку достижениям лососеводства в конце XX века: «В последние полвека быстрое уменьшение численности лосося породило лицемерные увлечения и бесконечные попытки свалить вину на кого-то другого. Уменьшение численности лосося – совокупный эффект многих факторов активности человека от истоков до океана».

На сегодняшний день актуальные проблемы искусственного разведения молоди тихоокеанских лососей в течение десятилетий, и это очевидно, завели российских и зарубежных рыбоводов и научные сообщества в тупик безысходности и сожаления по утраченным иллюзиям «переделать законы природы и биосфера» по своим представлениям, и породили множество неразрешимых проблем [6; 13]:

- 1. Крайне низкая степень возвратов в реки лососей, выращенных на ЛРЗ;**
- 2. Неполноценность и снижение жизнестойкости заводских лососей (по структурным, биологическим и генетическим характеристикам), по сравнению с природными популяциями тихоокеанских лососей;**
- 3. Генетические мутации и утрата генофонда природных популяций тихоокеанских лососей;**
- 4. Вспышки вирусных и бактериальных болезней у заводской молоди лососей.**

II. Эпигенетические аспекты воздействия на трансформацию онтогенеза и негативные последствия у искусственно разводимой молоди лососей

Под воздействием изменяющихся условий природной среды обитания, неадекватного питания, взаимодействия с различными негативными факторами в период онтогенеза и последующей жизни, у всех живых биологических организмов происходят определённые генетические мутации и изменения, передающиеся последующим поколениям, влияя на различные фенотипические проявления у потомства. Эти явления изучает, развивающаяся в последние десятилетия, сравнительно новое направление современной науки – эпигенетика.

2.1. Развитие эпигенетики, как отдельного направления молекулярной биологии, началось в сороковых годах XX столетия. Английский генетик Конрад Уоддингтон сформулировал концепцию «эпигенетического ландшафта», объясняющую процесс формирования организма [53]. Прошло несколько десятилетий, прежде чем эпигенетику стали воспринимать как новую научную дисциплину, ранее подрывающую своими выводами устоявшиеся догмы в генетике. На рубеже тысячелетий, после серии определяющих работ и экспериментов выявлено, что эпигенетические механизмы влияния на ге-

ном не только играют важнейшую роль в работе систем организма, но и могут наследоваться несколькими поколениями.

Генетика изучает процессы, ведущие к изменениям в генах, ДНК биологических организмов (и в человеке), **эпигенетика исследует изменения активности генов, при которых первичная структура ДНК остаётся прежней.** То есть, эпигенетика в ответ на внешние стимулы – питание, эмоциональные стрессы, физические нагрузки и т.д. – «отдаёт приказы» генам биологических организмов усилить или, наоборот, ослабить их активность. Выдающийся английский биолог, нобелевский лауреат Питер Медавар дал ёмкое и очевидно точное определение: «Генетика предполагает, а эпигенетика располагает».

В 2003 г. Р. Джиртл и Р. Уотерленд провели эксперимент с беременными трансгенными мышами агути, которые имели жёлтую шерсть и предрасположенность к ожирению. Добавление в корм мышам фолиевой кислоты, витамина В12, холина и метионина обусловило появление нормального потомства без отклонений [54]. Пищевые факторы, выступавшие доносами метильных групп, путём метилирования ДНК нейтрализовали ген агути, вызывавший отклонения. Воздействие диеты сохранялось и в нескольких последующих поколениях.

В 2005 г. Майкл Скиннер с коллегой обнаружили, что, если в пищу беременным самкам крыс добавлять пестицид винклозолин, у их потомков мужского пола резко снижается количество и жизнеспособность сперматозоидов. И эти эффекты сохранялись на протяжении четырёх поколений, что позволило чётко установить их связь с эпигеномом: ухудшение репродуктивной функции коррелировало с изменениями метилирования ДНК в зародышевой линии [26].

Учёные пришли к сенсационному выводу: **вызванные стрессом, эпигенетические изменения, не затронувшие последовательность нуклеотидов ДНК, могут закрепляться и передаваться следующим поколениям.** В онтогенезе эмбриональное и постэмбриональное развитие являются самыми важными в жизни всех млекопитающих, в том числе и человека. В этот период жизни закладываются все основы не только физического, но и психического здоровья как человека, так и любого биологического организма.

Наиболее изученным механизмом эпигенетической регуляции активности генов является процесс **метилирования**, который заключается в добавлении метильной группы (одного атома углерода и трёх атомов водорода, $-\text{CH}_3$) к цитозиновым основаниям ДНК, находящимся в составе СрG-динуклеотида (рис. 1).

Метилирование ДНК у эукариота видоспецифично, у беспозвоночных степень метилирования генома очень незначительна по сравнению с позвоночными и растениями. Считается, что метилирование «выключает» ген, не давая

Таблица 1. Эпигенетически активные метильные группы (CH_3) в составе компонентов икры тихоокеанских лососей [2] / **Table 1.** Epigenetic active methyl groups (CH_3) in the components of Pacific salmon roe [2]

Наименование компонентов в икре	Строение радикалов и эмпирических формул с CH_3 группами	Кол-во CH_3 групп	Содержание компонента в икре	
Аминокислоты				
Аланин	$-\text{CH}_3$	1	7,07-8,07 г/100 г белка икры*	
Валин	$-\text{CH}-(\text{CH}_3)_2$	2	7,18-7,81 г/100 г*	
Лейцин	$-\text{CH}_2-\text{CH}-(\text{CH}_3)_2$	2	8,72-9,67 г/100 г*	
Изолейцин	$-(\text{CH}_3)-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	2	5,46-5,94 г/100 г*	
Треонин	$-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$	1	5,64-6,83 г/100 г*	
Метионин	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_3$	1	1,84-2,08 г/100 г*	
Полиненасыщенные жирные кислоты ω3				
18:3 Линоленовая	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$	1	0,48-1,23 % от Σ ЖК	
20:3 Эйкозатриеновая	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH}$	1	0,44-0,90 % от Σ ЖК	
20:5 Эйкозапентаеновая	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_5-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	1	7,58-13,56 % от Σ ЖК	
21:5 Генейкозапентаеновая	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_5-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$	1	0,18-0,39 % от Σ ЖК	
22:5 Докозапентаеновая	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_5-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	1	3,02-4,32 % от Σ ЖК	
22:6 Докозагексаеновая	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_6-\text{CH}_2-\text{COOH}$	1	8,32-13,4 % от Σ ЖК	
Фосфолипиды				
Фосфатидилхолин (лецитин)	$-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}-(\text{CH}_3)_3$	3	Горбуши 376 мг/100 г икры Кеты 608 мг/100 г икры Нерки 412 мг/100 г икры Кижучка 195 мг/100 г икры	
Лизофосфатидилхолин (лизолецитин)	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}-(\text{CH}_3)_3$	3	Горбуши 1,01 мг/100 г икры Кеты 8,5 мг/100 г икры Нерки 2,1 мг/100 г икры Кижучка 0,7 мг/100 г икры	
Стерины				
Холестерин	$\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}$	$-(\text{CH}_3)_5$	5	Горбуши 365-445 мг/100 г икры* Кеты 997-1030 мг/100 г* Нерки 662-693 мг/100 г* Кижучка 525 мг/100 г икры
Жирорастворимые витамины				
A (ретинол)	$\text{C}_{20}\text{H}_{39}\text{OH}$	$-(\text{CH}_3)_5$	5	Горбуши 2,17 мг/100 г икры Кеты 7,85 мг/100 г икры Нерки 10,9 мг/100 г икры
D (кальциферол)	$\text{C}_{28}\text{H}_{44}\text{O}$	$-(\text{CH}_3)_5$	5	Горбуши 2,76 мг/ 100 г икры Кеты 1,08 мг/100 г икры Нерки 0,45 мг/100 г икры
E (α -токоферол) (5,7,8-триметилтокоферол)	$\text{C}_{29}\text{H}_{50}\text{O}_2$	$-(\text{CH}_3)_8$	8	Горбуши 3,42 мг/ 100 г икры Кеты 4,15 мг/100 г икры Нерки 3,16 мг/100 г икры
Водорастворимые витамины				
B ₁ (тиамин)	$\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{ON}_4\text{S}$	$-(\text{CH}_3)_2$	2	Горбуши 0,31 мг/100 г икры Кеты 0,23 мг/100 г икры Нерки 0,33 мг/100 г икры
B ₂ (рибофлавин)	$\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{ON}_4\text{O}_6$	$-(\text{CH}_3)_2$	2	Горбуши 0,55 мг/100 г икры Кеты 1,09 мг/100 г икры Нерки 0,75 мг/100 г икры
B ₁₂ (цианкобаламин)	$\text{C}_{63}\text{H}_{90}\text{N}_{14}\text{O}_{14}\text{PCo}$	$-(\text{CH}_3)_{11}$	11	Горбуши 0,032 мг/100 г икры Кеты 0,03 мг/100 г икры Нерки 0,03 мг/100 г икры
Каротиноиды				
Астаксантин	$\text{C}_{40}\text{H}_{52}\text{O}_4$	$-(\text{CH}_3)_{10}$	10	Горбуши 0,96 – 1,23 мг% Кеты 1,60 – 1,76 мг% Кижучка 6,3 – 9,2 мг% Нерки 8,9 – 10,4 мг%

возможности регуляторным белкам связаться с ДНК, вместе с тем было обнаружено и обратное явление. В ряде факторных обстоятельств метилирование ДНК выступает обязательным условием взаимодействия с белками – со специальными m^5 CpG-связывающими белками [15; 16; 25].

Набор и природа эпигенетических сигналов в клетке весьма разнообразны, таких сигналов много, и они разделяются на несколько групп – метилирование и деметилирование ДНК, «гистоновый код» (энзиматическая модификация гистонов – ацетилирование, метилирование, убиквитинирование, фосфорилирование и другие), транскрипционное и трансляционное замалчивание генов малыми РНК, позиционирование элементов хроматина. Многие из этих процессов переплетены между собой и взаимосвязаны. Это во многом обеспечивает и гарантирует надёжность эпигенетического контроля избирательного функционирования генов в биологических организмах.

Метилирование ДНК имеет наибольшее практическое значение из всех эпигенетических механизмов, так как оно напрямую связано с рационом питания, эмоциональным статусом, мозговой деятельностью и другими факторами. Метилирование непосредственно участвует во многих процессах, связанных с развитием и формированием всех органов и систем ребёнка и биологических организмов: в инактивации X-хромосомы у эмбриона, в геномном импринтинге и в клеточной дифференцировке.

2.2. Открытия в эпигенетике дают возможности для исправления нарушений в генах человека и биологических организмах подавления существенной части чужеродного происхождения генома. Метилирование ДНК – эпигенетический механизм, о котором раньше других стало известно, что он коррелирует с репрессией генов [46]. Экспериментальные данные показывают, что метилирование ДНК служит, главным образом, как защитный механизм, чтобы подавлять значительную часть генома чужеродного происхождения (т.е. ре-плицированные перемещающиеся элементы, вирусные последовательности и др.) [25].

Высокоповторяющиеся участки генома млекопитающих, обычно метилированные, становятся всё более мутагенными, когда они не метилированы, – до такой степени, что вызывают глобальную геномную нестабильность. В результате возникают хромосомные аномалии, являющиеся главной причиной многих болезней и прогрессии рака [31]. Это подчёркивает решающую роль метилирования ДНК в обеспечении целостности генома организма.

При исследовании компонентов икры тихоокеанских лососей нами установлено, что фактически все биологически активные компоненты икры содержат различное количество специфически эпигенетических метильных групп (CH_3) – от одной до одиннадцати (табл. 1) [2].

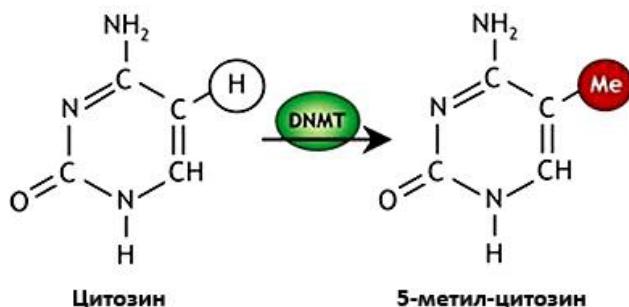


Схема метилированного цитозина. Зеленым овалом со стрелкой показан главный фермент метилирования – ДНК-метилтрансфераза (DNMT), красным кругом – метильная группа ($-\text{CH}_3$).

Рисунок 1. Метилирование цитозинового основания ДНК

Сайт www.myshared.ru (Дата обращения 19.10.2023)

Scheme of methylated cytosine. The green oval with an arrow shows the main enzyme Methylation is DNA methyltransferase (DNMT), the red circle is the methyl group ($-\text{CH}_3$).

Figure 1. Methylation of the cytosine base of DNA

The site www.myshared.ru (Accessed 19.10.2023)

Активные свойства эпигенетических метильных групп всех компонентов икры тихоокеанских лососей, однозначно свидетельствуют о потенциальной возможности исправления прижизненных мутаций генов с нарушенным паттерном метилирования, обеспечивающих доступ к специальным ферментам, катализирующими присоединение метильных (CH_3) групп к ДНК [2].

Эпигенетическая активность вещества – это наличие в биологически активных компонентах или веществах (органического продукта) одной или нескольких метильных (CH_3) групп, обладающих метилированием ДНК, не кодирующих РНК и воздействующих на: экспрессию функционирующих генов, реактивацию генов с нарушенным паттерном метилирования, подавление значительной части генома чужеродного происхождения. Эпигенетическая активность возрастает с увеличением числа метильных групп в компонентах продукта.

Более подробно о биологически и эпигенетически активных свойствах икры тихоокеанских лососей изложено в монографии автора статьи [2].

2.3. Онтогенез тихоокеанских лососей проходит в естественных природных генетически адаптированных условиях, где они в наименьшей степени подвергаются стрессу, даже при определённых климатических и геомагнитных изменениях. Для запланированного выращивания в заводских условиях молоди лосося, природных нерестовых лососей загоняют в садки для созревания гонад, где происходит жёсткий слом экологических естественно-природных процессов, при этом запускается каскад эпигенетических стрессогенных ситуаций, волнами происходящих на всех производственных эта-

Таблица 2. Численность молоди самок лососей с аномальным развитием яичников в 2014, 2016–2018 гг. (%, от исследованных особей) [4] / **Table 2.** The number of juvenile female salmon with abnormal ovarian development in 2014, 2016–2018 (% of the studied individuals) [4]

Вид лосося	2014 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Кета	8,0	10,0	14,3	15,3
Горбуша	-	7,0	13,9	14,8
Чавыча	-	5,0	9,1	-
Нерка	-	-	14,0	-
Кижуч	-	-	13,6	

пах культивирования молоди. Коренным образом меняются абиотические и биотические условия онтогенеза культивируемых лососей, приводящие к множеству, негативно влияющих на них, эпигенетических стресс-факторов.

Эпигенетические стресс-факторы условно разделены на производственные, пищевые, электромагнитные и другие категории.

2.3.1. Производственная категория. Первый стресс-фактор накрывает природных лососей производителей на пунктах сбора икры при загоне и отсаживании их в садки, рыбоучётные заграждения (РУЗ), для необходимой степени созревания гонад. Чрезмерная плотность посадки, длительное содержание производителей в садках от одних до 40 сут., снижение содержания кислорода в воде увеличивают уровень стресса и отход (смертность) лососей от 5–10% до 25% (при перевозке производителей с устьев рек до пунктов сбора икры).

В результате убийства ударом деревянной колотушкой по затылку лососей, второй эпигенетический стресс-фактор молниеносно пронизывает икру и спермии у отобранных для искусственного обсеменения созревших самок и самцов. При этом в икре и спермиях происходит мгновенная трансформация биохимических и биоэнергетических жизненных процессов, влияющих на элиминирование эпигенетических механизмов, при онтогенезе искусственно выращиваемой молоди лососей.

Третий стресс-фактор наступает при вскрытии ножом брюшной полости самок с последующим выгребанием работником-резчиком рукой живой икры на сетку стола. У самцов сбор спермы осуществляют сцеживанием путём обхвата и движения пальцами работника вдоль брюшка от грудных плавников к анусу. Наличие яркого дневного или электрического освещения, излучаемое различной частоты электромагнитное поле от заводских работников, при сборе половых продуктов от производителей лососей, усиливает эпигенетический стрессовый эффект.

Четвёртый стресс-фактор происходит при нарушающих оптимальных условиях обсеменения икры сцеженными спермиями в пластиковых ёмкостях, содержащих опасные химические вещества, что затрудняет прохождение кортикальной реакции в ооцитах и искажает механизм образования перивителлинового

пространства при набухании оплодотворённой живой икры.

Пятый эпигенетический стресс-фактор включается и длится при подготовке икры к инкубации (промывке, набухании, упаковывании, подготовке к транспортировке автотранспортом в инкубационный цех). Наибольшее, по степени стрессорного воздействия, испытывает подготовленная обсеменённая к инкубации икра, при перевозке её автотранспортом от пунктов сбора у устьев рек на рыбозаводы.

Доставленная автотранспортом, живая оплодотворённая икра испытывает шестой эпигенетический стресс-фактор при размещении её в инкубационные пластиковые аппараты и лотки, содержащие токсичные бисфенол А и другие вредные химические компоненты [2]. В данной ситуации стресс от опасных веществ пластика у оплодотворённой икры способствует развитию уродств и аномалий у будущих эмбрионов, снижению их резистентности как к болезням, так и к незначительным изменениям условий внешней среды. Аналогичному стрессовому воздействию подвергается икра при периодических промывках в инкубационных аппаратах, с последующей её обработкой антисептиками для предотвращения возникновения инфекционных и инвазионных заболеваний.

В период эмбрионального этапа развития и выдерживания предличинок лососей в течение 120 дней, подъёма личинок на плав и перевода их на внешнее питание, всё потомство лосося периодически претерпевает волны эпигенетического стресса различной степени воздействия, вследствие нарушения полного затемнения в питомнике, температурных режимов и качества различной по гидрохимическому составу воды, газовых режимов по кислороду, плотности посадки, неблагоприятной эпизоотической обстановки и других условий.

На производственном этапе искусственного выращивания лососей, каскад эпигенетических стрессогенных факторов приводит к деметилированию метильных групп различных компонентов икры (табл. 1), обуславливающих изменения в онтогенезе и морфологическую и анатомическую деформацию многих органов и систем молоди лососей, а также «выключающих» многие участки генов.

При исследовании гистоморфологических изменений в развитии яичников молоди лососей, из уловов в прибрежье Охотского моря в 2014, 2016-2018 гг., сотрудниками КамчатНИРО [4], обнаружены цитологические отклонения в яичниках у тихоокеанских лососей всех видов, кроме симы. Морфологические изменения в яичниках молоди лососей Западной Камчатки обусловлены не столько антропогенным воздействием на окружающую среду, сколько эпигенетическими стресс-факторами, вызывающими нарушения в воспроизведстве потомства и сокращение численности популяций стад лососей. Начиная с 2014 г., в ранний морской период, в гонадах самок молоди лососей встречались превиталлогенные ооциты с амитотическим делением ядра (табл. 2).

Представленные в таблице 2 виды лососей разводят на пяти рыбоводных заводах Камчатки, на которых в период онтогенеза оплодотворённая икра подвергается многоступенчатому воздействию эпигенетических стресс-факторов при искусственном культивировании, чем, очевидно, и обусловлен амитоз половых клеток лососей.

2.3.2. Пищевая категория. В эмбриональный период онтогенеза зародыши природного лосося питаются материнскими запасами белково-липидной пищи икры, заключёнными в желточном мешке. Эндогенное питание свойственно эмбрионам и сохраняется определённое время после вылупления личинок с фиксацией естественно-природного импринтинга и подъёма их на плав. Важнейшее биологическое отличие личинок состоит в генетически заложенной переориентации к активному добыванию пищи из внешней среды. Для активного добывания пищи у личинок формируются морфологические, физиологические и экологические особенности, сохраняющиеся в течение их периода развития и дальнейшей жизни. Личинки природного лосося готовятся к началу активного питания имея ещё большой остаток желтка в мешке, и для них характерен продолжительный срок смешанного эндогенно-экзогенного питания.

Спектр питания молоди природных лососей достаточно широкий. Основными предпочтительными пищевыми объектами являются личинки и куколки хирономид, нимфы подёнок, веснянок, куколки и взрослые особи различных мушек, комаров, личинок мух и другие организмы.

Таблица 3. Содержание нуклеиновых кислот в мышечной ткани и органах кеты с нормальными и дряблыми мышцами (% в ACB) [11] / **Table 3.** The content of nucleic acids in muscle tissue and organs of chum salmon with normal and flabby muscles (% in DIA) [11]

Ткани, органы	Показатели			
	ДНК		РНК	
	Нормальные	Дрябкие	Нормальные	Дрябкие
Мышцы	0,014	0,011	0,107	0,088
Печень	0,084	0,066	2,172	1,674
Яичники	0,020	0,014	0,441	0,209

ских лососей в процессе кормления чужеродной пищей, обуславливают развитие и появление в морской среде физиологически слабого поколения лососей, приводящие в конечном счёте к вырождению потомства.

2.3.3. Электромагнитная категория. Технический прогресс во многих его проявлениях связан с использованием электромагнитных полей или их генерацией, как побочного продукта. Сотни научных исследований, проведённые за последние полвека, свидетельствуют о том, что волны (СВЧ-излучение, радиоволны, видимый свет, инфразвук, слышимый ухом звук) оказывают существенное влияние на все аспекты биологической регуляции: электромагнитное излучение той или иной частоты участвует в регуляции синтеза ДНК, РНК и белков; изменяет конфигурацию и функции белковых молекул; управляет генной регуляцией, делением и дифференциацией клеток; регулирует процесс формирования клеток в органы и ткани (морфогенез); влияют на гормональную секрецию, а также – на рост и функционирование нервов [16].

Мощнейший стресс на воспроизводимую молодь лососей в заводских условиях оказывают искажённые электромагнитные поля (ЭМП) промышленной частоты (50 Гц) железобетонных и металлических ёмкостей и сооружений, электродвигатели насосов и электронагревательных элементов для подогрева и подачи воды, неэкранированная электропроводка и другие устройства на ЛРЗ. Все эти сооружения ослабляют и искажают действие геомагнитного поля Земли (ГМП). Электромагнитные параметры среды в местах массового выращивания молоди лосося существенно изменены, по сравнению с природным ГМП Земли [9; 10].

Исследования, проведённые О.М. Запорожцем [8-10], в металлических и бетонных рыбоводных бассейнах, позволили определить, что на заводах искусственного разведения тихookeанских лососей индукция ГМП в железных бассейнах падает в 2-10 раз, а её градиенты в 1000-10000 раз превышают естественные, в бетонных бассейнах уровень индукции снижен в среднем в 1,5 раза. Определено, что внутри железобетонных бассейнов аномалии магнитного склонения достигают 50°, а переменные ЭМП на порядок и более превышают фон в контроле. В ёмкостях, где выращивали рыб, установлено наличие в воде промышленных помех с частотой 50 Гц; в бетонных бассейнах зарегистрированы П-образные всплески, в сотни раз превышающие фон. Сформулирован вывод: для процессов искусственного выращивания рыб характерна гипомагнитная обстановка со значительными электромагнитными возмущениями, в отличии от естественных условий нереста и раннего развития природной молоди лососей.

Экспериментально установлено, что у молоди кеты, в аномальных условиях ГМП, по-

степенно накапливаются скрытые нарушения в организме и проявляются затем в виде тех или иных отклонений в функционировании тканей, органов и их систем, которые в целом снижают жизнестойкость выращиваемой молоди и, в конечном итоге – её возврат в родные реки.

Гистологическим анализом печени молоди кижуча, выращенного в железобетонных ёмкостях, установлены признаки явной патологии. Известно, что у молоди лососей из естественных водоёмов жир практически не откладывается в печени, у опытных рыб, по сравнению с контролем, 5-кратное увеличение жировых включений подтверждает аномальность искажённых условий ГМП [8].

Результаты экспериментов показали, что у лососей устойчивость к катараракте в контроле была в 1,5-3 раза выше, чем в серии «железо», и в 1-2 раза выше, чем в «бетоне» [5]. Причины обнаруженной исследователями катараракты у лососей обусловлены воздействием интенсивного хронического многофакторного стресса, активизирующего реакции перекисного окисления липидов [18] и угнетающие многие жизнеобеспечивающие системы рыбы. Вследствие выращивания молоди в условиях искажённого ГМП, к моменту выпуска в реку значительная часть рыб – до 80% оказалась слепой, либо полуслепой, и все они становятся жертвами хищных рыб, птиц и погибают в первые часы жизни в естественных условиях.

Многофакторное эпигенетическое воздействие антропогенных геомагнитных аномалий и ЭМП на икру и молодь лососей, в условиях искусственного выращивания, приводит к гетерогенному патогенезу, поскольку десинхронизация биоритмов вызывает хронический стресс с образованием многочисленных нарушений метаболизма, значительно влияющих на все аспекты биологической регуляции и снижающих уровень жизнестойкости выращиваемой молоди лососей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённые неопровергимые негативные факты культивирования молоди лососей на рыбоводных заводах и результаты рыбоводства, свидетельствуют об очевидной безысходности и тупиковости дальнейшего развития этого направления.

Эпигенетические механизмы влияния на геном икры тихookeанских лососей способствовали пониманию важнейшей роли в работе систем биологических организмов. Эколо-го-эпигенетические множественные внешние факторы – питание, эмоциональные стрессы, поведение, физические нагрузки и т.д. усиливают или ослабляют активность генов биологических организмов. На этапах искусственно-го выращивания молоди лососей каскад эпигенетических стресс-факторов приводит к деметилированию метильных групп различных компонентов икры, вызывающих изменения в онтогенезе и морфологическую и анатоми-

ческую деформацию многих органов и систем молоди лососей, а также «выключение» многих участков генов.

Многофакторное эпигенетическое воздействие антропогенных геомагнитных аномалий и ЭМП на икру и молодь лососей, в условиях искусственного выращивания на рыболовных заводах, приводит к гетерогенному патогенезу, снижающему уровень жизнестойкости выращиваемой молоди лососей.

Генетически чужеродное питание личинок и молоди заводских лососей в период смолтификации повреждает в их организме механизм формирования активности гипоталамо-гипофизарной системы и гипофизарно-тириоидно-адреналинового комплекса, что негативно влияет на физиологическое развитие и трансформацию генетически врождённого инстинкта (хоминга) – возвращения лососей на нерест в родные реки, вплоть до полной его утраты.

Необходимо, на основе современных научных знаний, создание государственной программы по сохранению и восстановлению природных популяций тихоокеанских лососей.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Бондаренко А. На Дальнем Востоке озвучили прогнозы на лососевую путины-2022. // Российская газета – Экономика Дальнего Востока, 25 февраля 2022 г. № 41 (8689).
- Воробьев В.В. Интегративная технология икры тихоокеанских лососей с биологическими и эпигенетически активными компонентами – М.: КнигИздат. 2021. 732 с.
- Гриценко О.Ф., Заварина Л.О., Ковтун А.А., Путинкин С.В. Экологические последствия крупномасштабного искусственного разведения кеты // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992-1998 гг.: Сб. научн. тр. ВНИРО. М.: 2000. С. 241-246.
- Гордовская С.Б., Сушкевич А.С. Нарушение в развитии яичников молоди тихоокеанских лососей в ранний морской период в Охотском море в 2014 и 2016-2016 гг. Тихоокеанский лосось в мире человеческих взаимоотношений: экономических, социальных, экологических, исторических, этнических и культурных: Тезисы докладов Междунар. научно-практ. семинара. Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс». 2019. С. 18-20.
- Запорожец Г.В. Изменение микрэлементного состава у искусственно выращиваемой молоди кеты и кижуча при заболевании катарактой // Экологическая физиология и биохимия рыб. Т. 1. Тезисы докладов VII Всес. конф. Ярославль: 1989. С. 145-146.
- Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососевые рыболовные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 2011. 268 с.
- Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Структура возврата, численность и биологические характеристики заводской и дикой кеты в бассейне реки Паратурки (юго-восточная Камчатка) в 2010–2015 гг. // Изв. ТИНРО. 2017. Т. 190. С. 49-61
- Запорожец О.М. Электромагнитные характеристики среды обитания лососей в природе и в искусственных условиях выращивания // Современные проблемы лососевых рыболовных заводов Дальнего Востока: материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября-1 декабря 2006 г. в г. Петропавловске-Камчатском в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. Книжное издательство. 2006. С. 124-129
- Запорожец О.М. Влияние антропогенных геомагнитных аномалий на жизнестойкость икры и молоди тихоокеанских лососей, выращиваемых в индустриальных условиях Автореф. дис. ... канд. биол. наук / ВНИИПРХ. Москва. 1990. 24 с.
- Запорожец О.М. Сравнительный анализ характеристик геомагнитного поля в местах естественного обитания и искусственного выращивания рыб // Тез. докл. 2 Всес. междисципл. научно-технической шк.-семинара «Непериодические быстро-протекающие явления в окружающей среде». Томск, апрель 1990. С. 53-54.
- Кловач Н.В. Экологические последствия крупномасштабного разведения кеты. – М.: Изд-во ВНИРО. 2003. 164 с.
- Кляшторин Л.Б. Тихоокеанские лососи: климат и динамика запасов // Рыбное хозяйство. 2000. № 4. С. 32-34.
- Коростелев С.Г., Кисляк Ю.В. Что угрожает камчатским лососям? Тихоокеанский лосось в мире человеческих взаимоотношений: экономических, социальных, экологических, исторических, этнических и культурных: Тезисы докладов Междунар. научно-практ. семинара. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс». 2019. С. 31-35.
- Ксенонфонтов М.Ю., Гольденберг И.А. Экономика лососевого хозяйства Камчатки. Анализ рыбохозяйственного комплекса бассейна реки Большая и разработка предложений по повышению эффективности использования лососевых ресурсов в целях развития устойчивого рыболовства и сохранения видового разнообразия. 2008. М.: Права человека. 152 с.
- Липтон Брюс. Биология веры: как сила убеждений может изменить ваше тело и разум. Пер. с англ. Д. Палец, Г. Власова. – Москва: Эксмо. 2018. 352 с.
- Липтон Брюс. Умные клетки: Биология убеждений. Как мышление влияет на гены, клетки, ДНК. Пер. с англ. – М.: Изд-во «София». 2016. 224 с.
- Лихатович Д. Лосось без рек. История кризиса тихоокеанского лосося. Владивосток: Издательский Дом «Дальний Восток». 2004. 376 с.
- Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. М.: Наука. 1981. 278 с.
- Радченко В.И. Состояние запасов и промысла горбуши *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* и кеты *O. KETA* (SALMONIDAE, SALMONIFORMES) в районах их массового искусственного воспроизводства // Вопросы рыболовства, 2021. Том 22. №4. С. 140-181. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-140-181.
- Стекольщикова М.Ю. Некоторые результаты мониторинга заводских стад горбуши зал. Анива (о. Сахалин) // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 183. С. 51-60.
- Чмилевский Д.А. Оogenез рыб как чувствительная тест-система при воздействии факторов различной природы // Тез. докл. V Всес. конф. по раннему онтогенезу рыб. Астрахань. 1-3.10.1991 г. М.: ВНИРО. 1991. С. 218-219.
- Шевляков Е.А., Чистякова А.И. Миграции молоди кеты в Охотском море, сравнительный анализ эффективности деятельности предприятий рыболовного комплекса Дальнего Востока России и Японии // Изв. ТИНРО. 2017. Т. 191. С. 79-96.
- Шунтов В.П., Темных О.С. Превышена ли экологическая емкость Северной Пацифики в связи с высокой численностью лососей: мифы и реальность // Изв. ТИНРО. 2004. 138. С. 19-36.
- Шунтов В.П., Темных О.С., Найденко О.С. Еще раз о факторах, лимитирующих численность тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus spp.*, сем. Salmonidae) в океанический период их жизни // Изв. ТИНРО. 2019. Т. 196. С. 3-22
- Эпигенетика. Под ред. С.Д. Эллиса, Т. Дженюейна, Д. Рейнберга. – Москва: Техносфера. 2010. 496 с.
- Anway M.D., Cupp A.S., Uzumcu M., Skinner M.K. (2005). Epigenetic transgenerational actions of endocrine disruptors and male fertility. Science. N 308. P. 1466-1469
- Araki H., Berejikian B.A., Ford M.J., Blouin M.S. (2008). Fitness of hatchery-reared salmonids in the wild // Evol. Appl. V. 1. № 2. P. 342-355.
- Azumaya T., Ishida Y. (2000). Density interactions between pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) and chum salmon (*O. keta*) and their possible effects on distribution and growth in the North Pacific Ocean and Bering Sea // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. 2. P. 165-174.

29. Beetz J.L. (2009). Marine survival of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in Washington State: Characteristic patterns and their relationships to environmental and biological factors. Master's thesis. Seattle. University of Washington. 118 p.
30. Bigler B.S., Welch D.W., Helle J.H. (1996). A review of size trends among North Pacific salmon *Oncorhynchus* spp. // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 455-465.
31. Chen R.Z., Pettersson U., Beard C., Jackson-Grusby L., Jaenisch R. (1998). DNA hypomethylation leads to elevated mutation rates. Nature. N 395. P. 89-93.
32. Christie M.R., Marine M.L., Fox S.E. et al. (2016). A single generation of domestication heritably alters the expression of hundreds of genes // Nat. Commun. V. 7. № 10676
33. Christie M.R., Marine M.L., French R.A., Blouin M.S. (2012). Genetic adaptation to captivity can occur in a single generation // PNAS. V. 109. № 1. Pp. 238-242
34. Davis M.W. (2007). Simulated fishing experiments for predicting delayed mortality rates using reflex impairment in restrained fish // ICES J. Mar. Sci. V. 64. Pp. 1535-1542.
35. Fuss H.J. (1995). Hatcheries are a tool: they are as good or as bad as the management goals that guide them // Washington Department of Fish and Wildlife Hatcheries Program. Olympia, Washington. 19 p.
36. Hiroi O. (1998). Historical Trends of Salmon Fisheries and Stock Conditions in Japan // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. № 1. Pp. 23-27.
37. Kaeriyama M. (1996). Changes in Body Size and Age at Maturity of a Chum Salmon, *Oncorhynchus keta*. Population Released from Hokkaido in Japan. National Salmon Hatchery, Sapporo, Japan. NPAFC Doc. N 208. 9 p.
38. Kitada S., Kishino K. (2021). Population structure of chum salmon and selection on the markers collected for stock identification // Ecol. Evol. V. 11. Pp. 13972-13985.
39. Klovach N.V. (2001). The Loss of Navigational Abilities as a Mortality Factor of Salmon During the Marine Period of Life // Proceedings of the 20th Northeast Pacific Pink and Chum Workshop. Seattle. USA. March 21-23. Pp. 115-123.
40. Kobayashi T. (1980). Salmon propagation in Japan // Salmon Ranching. Academic Press, London. Pp. 91-107.
41. Labelle M., Walters C.J., Riddell B. (1997). Ocean survival and exploitation of Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) stocks from the east coast of Vancouver Island, British Columbia // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 54. Pp. 1433-1449.
42. Le Luyer J., Laporte M., Beacham T.D. et al. (2017). Parallel epigenetic modifications induced by hatchery rearing in a Pacific salmon // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 6 p.
43. Madaro A., Olsen R.E., Kristiansen T.S. et al. (2015). Stress in Atlantic salmon: response to unpredictable chronic stress // J. Exp. Biol. V. 218. Pp. 2538-2550.
44. Ojaveer H., Tomkiewicz J., Arula T., Klais R. (2015). Female ovarian abnormalities and reproductive failure of autumn-spawning herring (*Clupea harengus membras*) in the Baltic Sea // ICES J. Mar. Sci. V. 72. Pp. 2332-2340.
45. Power M. (1997). Assessing the effects of environmental stressors on fish populations // Aquat. Toxicol. V. 39. Pp. 151-169.
46. Razin A., Riggs A.D. (1980). DNA hypomethylation and gene function // Sience. N 210. Pp. 604-610.
47. Ruggerone G.T., Irvine J.R. (2018). Numbers and biomass of natural- and hatchery-origin pink salmon, chum salmon, and sockeye salmon in the North Pacific Ocean, 1925-2015 // Mar. Coast. Fish. V. 10. Pp. 152-168
48. Schreck C.B., Contreras-Sanchez W., Fitzpatrick M.S. (2001). Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny // Aquaculture. V. 197. Pp. 3-24.
49. Shimizu T., Ban M., Miyauchi Y. et al. (2016). Nutritional condition of hatchery and wild chum salmon *Oncorhynchus keta* fry migrating down the Chitose River // Journal of Fisheries Technology. V. 8. № 2. Pp. 89-94.
50. Sweeting R.M., Beamish R.J., Neville C.M. (2004). Crystalline otoliths in teleosts: Comparisons between hatchery and wild Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in the Strait of Georgia // Rev. Fish Biol. Fish. V. 14. Pp. 361-369.
51. Taylor J.E. (1999). Making salmon: An Environmental History of the Northwest Fisheries Crisis. University of Washington Press, Seattle. Washington. 488 p.
52. Tillotson M.D., Barnett H.K., Bhuthimethee M. et al. (2019). Artificial selection on reproductive timing in hatchery salmon drives a phenological shift and potential maladaptation to climate change // Evol. Appl. V. 12. Pp. 1344-1359.
53. Waddington C.H. 1942. Canalization of development and the inheritance of acquired characters. Nature. N 150. Pp. 563-565.
54. Waterland R.A. and Jirtle R.L. (2003). Transposable elements: targets for early nutritional effects on epigenetic gene regulation. Mol. Cell. Biol. N 23. Pp. 5293-5300.

REFERENCES AND SOURCES

1. Bondarenko A. (2022). In the Far East, forecasts for salmon putin-2022 were announced. // Rossiyskaya Gazeta – Economics of the Far East, February 25. No. 41 (8689). (In Russ.).
2. Vorobyev V.V. (2021). Integrative technology of Pacific salmon caviar with biologically and epigenetically active components – Moscow: Kniglzdat. 732 p. (In Russ.).
3. Gritsenko O.F., Zavarina L.O., Kovtun A.A., Putivkin S.V. (2000). Ecological consequences of large-scale artificial breeding of chum salmon // Commercial and biological studies of fish in the Pacific waters of the Kuril Islands and adjacent areas of the Okhotsk and Bering Seas in 1992-1998: M.: Collection of scientific tr. VNIR. Pp. 241-246. (In Russ.).
4. Gordovskaya S.B., Sushkevich A.S. (2019). Violation in the development of ovaries of young Pacific salmon in the early marine period in the Sea of Okhotsk in 2014 and 2016-2016. Pacific salmon in the world of human relationships: economic, social, ecological, historical, ethnic and cultural: Abstracts of reports of International Scientific and Practical. the seminar. Petropavlovsk-Kamchatsky: Publishing house "Kamchatpress". Pp. 18-20. (In Russ.).
5. Zaporozhets G.V. (1989). Change in the trace element composition of artificially grown juvenile chum salmon and coho salmon with cataract disease // Ecological physiology and biochemistry of fish. Vol. 1. Abstracts of the VII All-Russian Conference. Yaroslavl. Pp. 145-146.
6. Zaporozhets G.V., Zaporozhets O.M. (2011). Salmon hatcheries of the Far East in the ecosystems of the Northern Pacific. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress. 268 p. (In Russ.).
7. Zaporozhets G.V., Zaporozhets O.M. (2017). Return structure, abundance and biological characteristics of factory and wild chum salmon in the basin of the Paratunka River (southeastern Kamchatka) in 2010-2015. // Izv. TINRO. Vol. 190. Pp. 49-61. (In Russ.).
8. Zaporozhets O.M. (2006). Electromagnetic characteristics of salmon habitat in nature and in artificial growing conditions // Modern problems of salmon fish hatcheries of the Far East: materials of the international scientific and practical seminar, November 30-December 1, 2006 in Petropavlovsk-Kamchatsky within the framework of the VII scientific conference "Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas". Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatka Printing Yard. Book publishing house. Pp. 124-129. (In Russ.).
9. Zaporozhets O.M. (1990). The influence of anthropogenic geomagnetic anomalies on the life stability of caviar and juveniles of Pacific salmon raised in industrial conditions. Abstract. ... cand. biol. nauk / VNIIIPRH. Moscow. 24 p. (In Russ.).
10. Zaporozhets O.M. (1990). Comparative analysis of the characteristics of the geomagnetic field in places of natural habitat and artificial cultivation of fish // Tez. dokl. 2 Vses. Interdisciplinary scientific and technical school-seminar "Non-periodic fast-flowing phenomena in the environment". Tomsk, April 1990. Pp. 53-54. (In Russ.).
11. Klovach N.V. (2003). Ecological consequences of large-scale chum salmon breeding. M.: VNIRO Publishing house. 164 p. (In Russ.).
12. Klyashtorin L.B. (2000). Pacific salmon: climate and stock dynamics // Fisheries. No. 4. Pp. 32-34. (In Russ.).
13. Korostelev S.G., Kislyak Yu.V. (2019). What threatens Kamchatka salmon? Pacific salmon in the world of human relationships: economic, social, ecological, historical, ethnic and cultural: Abstracts of reports of International Scientific and

- Practical. the seminar. – Petropavlovsk-Kamchatsky: Publishing house "Kamchatpress". Pp. 31-35.
14. Ksenofontov M.Yu., Goldenberg I.A. (2008). Economics of salmon farming in Kamchatka. Analysis of the fisheries complex of the Bolshaya River basin and development of proposals to improve the efficiency of the use of salmon resources in order to develop sustainable fisheries and preserve species diversity. Moscow: Human Rights. 152 p. (In Russ.).
15. Lipton Bruce. (2018). The Biology of Faith: how the power of beliefs can change your body and mind. Translated from the English by D. Finger, G. Vlasova. – Moscow: Eksmo. 352 p. (In Russ.).
16. Lipton Bruce. (2016). Smart Cells: The Biology of Beliefs. How thinking affects genes, cells, DNA. Trans. from English – M.: Publishing house "Sofia". 224 p. (In Russ.).
17. Likhatchovich D. (2004). Salmon without rivers. The history of the Pacific salmon crisis. Vladivostok: Publishing House "Far East". 376 p. (In Russ.).
18. Meerson F.Z. (1981). Adaptation, stress and prevention. M.: Nauka. 278 p. (In Russ.).
19. Radchenko V.I. (2021). State of stocks and fisheries of pink salmon *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* and chum salmon *O. KETA* (SALMONIDAE, SALMONIFORMES) in areas of their mass artificial reproduction // Fishing issues. Volume 22. No. 4. Pp. 140-181. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-140-181. (In Russ.).
20. Stekolshchikova M.Yu. (2015). Some results of monitoring of factory herds of pink salmon hall. Aniva (Sakhalin Island) // Izv. TINRO. Vol. 183. Pp. 51-60. (In Russ.).
21. Chmilevsky D.A. (1991). Fish oogenesis as a sensitive test system under the influence of factors of various nature // Tez. dokl. V All-Russian Conference on early fish ontogenesis. Astrakhan. 1-3.10.1991, Moscow: VNIRO. Pp. 218-219. (In Russ.).
22. Shevlyakov E.A., Chistyakova A.I. (2017). Migrations of juvenile chum salmon in the Sea of Okhotsk, comparative analysis of the efficiency of the enterprises of the fish-breeding complex of the Far East of Russia and Japan // Izv. TINRO. Vol. 191. Pp. 79-96. (In Russ.).
23. Shuntov V.P., Dark O.S. (2004). Is the ecological capacity of the Northern Pacific exceeded due to the high number of salmon: myths and reality // Izv. TINRO. 138. Pp. 19-36. (In Russ.).
24. Shuntov V.P., Dark O.S., Naidenko O.S. (2019). Once again about the factors limiting the number of Pacific salmon (*Oncorhynchus spp.*, sem. Salmonidae) in the oceanic period of their life // Izv. TINRO. Vol. 196. Pp. 3-22. (In Russ.).
25. Epigenetics. Edited by S.D. Ellis, T. Jenuwein, D. Reinberg. – Moscow: Technosphere. 2010. 496 p. (In Russ.).
26. Anway M.D., Cupp A.S., Uzumcu M., Skinner M.K. (2005). Epigenetic transgenerational actions of endocrine disruptors and male fertility. Science. N 308. P. 1466-1469
27. Araki H., Berejikian B.A., Ford M.J., Blouin M.S. (2008). Fitness of hatchery-reared salmonids in the wild // Evol. Appl. V. 1. № 2. P. 342-355.
28. Azumaya T., Ishida Y. (2000). Density interactions between pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) and chum salmon (*O. keta*) and their possible effects on distribution and growth in the North Pacific Ocean and Bering Sea // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. 2. P. 165-174.
29. Beetz J.L. (2009). Marine survival of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in Washington State: Characteristic patterns and their relationships to environmental and biological factors. Master's thesis. Seattle. University of Washington. 118 p.
30. Bigler B.S., Welch D.W., Helle J.H. (1996). A review of size trends among North Pacific salmon *Oncorhynchus spp.* // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 455-465.
31. Chen R.Z., Pettersson U., Beard C., Jackson-Grusby L., Jaenisch R. (1998). DNA hypomethylation leads to elevated mutation rates. Nature. N 395. P. 89-93.
32. Christie M.R., Marine M.L., Fox S.E. et al. (2016). A single generation of domestication heritably alters the expression of hundreds of genes // Nat. Commun. V. 7. № 10676
33. Christie M.R., Marine M.L., French R.A., Blouin M.S. (2012). Genetic adaptation to captivity can occur in a single generation // PNAS. V. 109. № 1. Pp. 238-242
34. Davis M.W. (2007). Simulated fishing experiments for predicting delayed mortality rates using reflex impairment in restrained fish // ICES J. Mar. Sci. V. 64. Pp. 1535-1542.
35. Fuss H.J. (1995). Hatcheries are a tool: they are as good or as bad as the management goals that guide them // Washington Department of Fish and Wildlife Hatcheries Program. Olympia, Washington. 19 p.
36. Hiroi O. (1998). Historical Trends of Salmon Fisheries and Stock Conditions in Japan // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. № 1. Pp. 23-27.
37. Kaeriyama M. (1996). Changes in Body Size and Age at Maturity of a Chum Salmon, *Oncorhynchus keta*. Population Released from Hokkaido in Japan. National Salmon Hatchery, Sapporo, Japan. NPAFC Doc. N 208. 9 p.
38. Kitada S., Kishino K. (2021). Population structure of chum salmon and selection on the markers collected for stock identification // Ecol. Evol. V. 11. Pp. 13972-13985.
39. Klovatch N.V. (2001). The Loss of Navigational Abilities as a Mortality Factor of Salmon During the Marine Period of Life // Proceedings of the 20th Northeast Pacific Pink and Chum Workshop. Seattle. USA. March 21-23. Pp. 115-123.
40. Kobayashi T. (1980). Salmon propagation in Japan // Salmon Ranching. Academic Press, London. Pp. 91-107.
41. Labelle M., Walters C.J., Riddell B. (1997). Ocean survival and exploitation of Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) stocks from the east coast of Vancouver Island, British Columbia // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 54. Pp. 1433-1449.
42. Le Luyer J., Laporte M., Beacham T.D. et al. (2017). Parallel epigenetic modifications induced by hatchery rearing in a Pacific salmon // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 6 p.
43. Madaro A., Olsen R.E., Kristiansen T.S. et al. (2015). Stress in Atlantic salmon: response to unpredictable chronic stress // J. Exp. Biol. V. 218. Pp. 2538-2550.
44. Ojaveer H., Tomkiewicz J., Arula T., Klais R. (2015). Female ovarian abnormalities and reproductive failure of autumn-spawning herring (*Clupea harengus membras*) in the Baltic Sea // ICES J. Mar. Sci. V. 72. Pp. 2332-2340.
45. Power M. (1997). Assessing the effects of environmental stressors on fish populations // Aquat. Toxicol. V. 39. Pp. 151-169.
46. Razin A., Riggs A.D. (1980). DNA hypomethylation and gene function // Science. N 210. Pp. 604-610.
47. Ruggerone G.T., Irvine J.R. (2018). Numbers and biomass of natural- and hatchery-origin pink salmon, chum salmon, and sockeye salmon in the North Pacific Ocean, 1925-2015 // Mar. Coast. Fish. V. 10. Pp. 152-168
48. Schreck C.B., Contreras-Sanchez W., Fitzpatrick M.S. (2001). Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny // Aquaculture. V. 197. Pp. 3-24.
49. Shimizu T., Ban M., Miyauchi Y. et al. (2016). Nutritional condition of hatchery and wild chum salmon *Oncorhynchus keta* fry migrating down the Chitose River // Journal of Fisheries Technology. V. 8. № 2. Pp. 89-94.
50. Sweeting R.M., Beamish R.J., Neville C.M. (2004). Crystalline otoliths in teleosts: Comparisons between hatchery and wild Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in the Strait of Georgia // Rev. Fish Biol. Fish. V. 14. Pp. 361-369.
51. Taylor J.E. (1999). Making salmon: An Environmental History of the Northwest Fisheries Crisis. University of Washington Press, Seattle. Washington. 488 p.
52. Tillotson M.D., Barnett H.K., Bhuthimethee M. et al. (2019). Artificial selection on reproductive timing in hatchery salmon drives a phenological shift and potential maladaptation to climate change // Evol. Appl. V. 12. Pp. 1344-1359.
53. Waddington C.H. 1942. Canalization of development and the inheritance of acquired characters. Nature. N 150. Pp. 563-565.
54. Waterland R.A. and Jirtle R.L. (2003). Transposable elements: targets for early nutritional effects on epigenetic gene regulation. Mol. Cell. Biol. N 23. Pp. 5293-5300.

Материал поступил в редакцию / Received 22.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 31.10.2023

Безопасность микроорганизма деструктора нефти, как компонента нового биологического препарата для основных звеньев морских модельных гидробиоценозов

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-42-49 EDN dsxjzz

Научная статья
УДК 574.52

Никифоров-Никишин Дмитрий Львович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник факультета биотехнологий и рыбного хозяйства, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», @niknikdl@rambler.ru, Москва, Россия

Гавирова Лилия Андреевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник кафедры микробиологии биологического факультета МГУ, заместитель руководителя проекта Фонда «НИР», @gavirovaliliya@gmail.com, Москва, Россия

Щербакова Полина Александровна – научный сотрудник кафедры микробиологии биологического факультета МГУ, главный микробиолог Фонда «НИР», @shcherbakovapa@gmail.com, Москва, Россия

Шестаков Андрей Иннокентьевич – научный сотрудник кафедры микробиологии биологического факультета МГУ, руководитель проекта Фонда «НИР», @6.ok.off@mail.ru, Москва, Россия

Давыдова Оксана Александровна – главный специалист отдела инновационных проектов на шельфе, ООО «Арктический Научный Центр», @OA_Davydova@arc.rosneft.ru, Москва, Россия

Сережкин Илья Николаевич – главный специалист отдела инновационных проектов на шельфе, ООО «Арктический Научный Центр», @IN_Serezhkin@arc.rosneft.ru, Москва, Россия

Адреса:

1. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)» – 109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73
2. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» – 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1
3. Фонд поддержки научно-проектной деятельности студентов, аспирантов и молодых ученых «Национальное интеллектуальное развитие» – 119192, Москва, проспект Ломоносовский, д. 27, к. 1
4. Общество с ограниченной ответственностью «Арктический научно-проектный центр шельфовых разработок» (ООО «Арктический научный центр») – 119607, Москва, бульвар Раменский, д. 1

Аннотация.

В связи с активным развитием морской транспортной инфраструктуры и возможным появлением сопутствующих углеводородных загрязнений возникает необходимость в разработке новых безопасных способов как непосредственной ликвидации загрязнений, так и их последствий. Одним из перспективных и безопасных способов является применение микробиологических препаратов на основе микроорганизмов-деструкторов нефти. В данной работе рассмотрено влияние штамма *Arthrobacter psychrochitophilus* ARC 42 на основные звенья морских экосистем. Было установлено, что исследуемый штамм не ингибирал развитие сапрофитной микробиоты, в высоких концентрациях влиял на развитие культуры фитопланктона, практически не оказывал воздействия на бентосные организмы, в рекомендуемых концентрациях безопасен для рыб и не оказывает влияния на их физиологические показатели. Проведение опытов с добавлением нефти позволило установить отсутствие токсичности продуктов ее разложения, что подтверждает безопасность применения препарата на основе данного штамма.

Ключевые слова:

микроорганизмы-деструкторы нефти, ПДК, *Phaeodactylum tricornutum*, *Oryzias latipes*

Для цитирования:

Никифоров-Никишин Д.Л., Гавирова Л.А., Щербакова П.А., Шестаков А.И., Давыдова О. А., Сережкин И. Н. Безопасность микроорганизма деструктора нефти, как компонента нового биологического препарата для основных звеньев морских модельных гидробиоценозов // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 42-49.
DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-42-49 EDN dsxjzz

SAFETY OF THE OIL DESTRUCTOR MICROORGANISM AS A COMPONENT OF A NEW BIOLOGICAL PREPARATION FOR THE MAIN LINKS OF MARINE MODEL HYDROBIOCENOSSES

Dmitry L. Nikiforov-Nikishin – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Faculty of Biotechnology and Fisheries, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU), @niknikdl@rambler.ru, Moscow, Russia

Lilia A. Gavirova – Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Department of Microbiology of the Faculty of Biology of Moscow State University, Deputy Project Manager of the Foundation "National Intellectual Resource", @gavirovaliliya@gmail.com, Moscow, Russia

Polina A. Shcherbakova – Researcher at the Department of Microbiology of the Faculty of Biology of Moscow State University, Chief Microbiologist of the Foundation "National Intellectual Resource", @shcherbakovapa@gmail.com, Moscow, Russia

Andrey I. Shestakov – Researcher at the Department of Microbiology of the Faculty of Biology of Moscow State University, Project Manager of the Foundation "National Intellectual Resource", @6.ok.off@mail.ru, Moscow, Russia

Oksana A. Davydova – Chief Specialist of the Department of Innovative projects on the shelf, LLC "Arctic Research Center", @OA_Davydova@arc.rosneft.ru, Moscow, Russia

Ilya N. Serezhkin – Chief Specialist of the Department of innovative projects on the shelf, LLC "Arctic Research Center", @IN_Serezhkin@arc.rosneft.ru, Moscow, Russia

Addresses:

1. Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky (PKU) – 109004, Moscow, Zemlyanoy Val str., 73

2. Moscow State University named after M.V. Lomonosov – 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1

3. Fund for Support of Scientific and Project Activities of Students, Postgraduates and Young Scientists "National Intellectual Development" – 119192, Moscow, Lomonosovsky Prospect, 27, room 1

4. Limited Liability Company responsibility "Arctic Research and Design Center for Offshore Developments" (LLC "Arctic Research Center") – 119607, Moscow, Ramenskiy Boulevard, 1

Annotation. Due to the active development of marine transportation infrastructure and possible occurrence of accompanying hydrocarbon pollution, there is a need to develop new safe methods of both direct elimination of pollution and its consequences. One of the promising and safe ways is the use of products based on oil-degrading microorganisms. In this work the influence of *Arthrobacter psychrochitophilus* ARC 42 strain on the main links of marine ecosystems is considered. It was found that the studied strain did not inhibit the development of saprophytic microbiota, in high concentrations influenced the development of phytoplankton culture, practically had no effect on benthic organisms. Strain ARC 42 in the recommended concentrations is safe for fish and does not affect their physiological parameters. Experiments with the addition of oil revealed the absence of toxicity of its decomposition products, which confirms the safety of using the preparation based on this strain.

Keywords:

oil-degrading bacteria, threshold limit value (TLV), *Phaeodactylum tricornutum*, *Oryzias latipes*

For citation:

Nikiforov-Nikishin D.L., Gavirova L.A., Shcherbakova P.A., Shestakov A.I., Davydova O.A., Serezhkin I.N. (2023). Safety of the oil destructor microorganism as a component of a new biological preparation for the main links of marine model Hydrobiocenoses // Fisheries. No. 6. Pp. 42-49. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-42-49 EDN dsxjzz

ВВЕДЕНИЕ

Арктический регион РФ является одной из наиболее интенсивно развивающихся экономических зон [1], в котором происходит как освоение новых месторождений полезных ископаемых, так и развитие прибрежной транспортной инфраструктуры, в том числе – для переработки и транспортировки нефти и газа [2]. В настоящее время ведутся работы по более интенсивному использованию Северного морского пути для транспортировки углеводородов и других полезных ископаемых, поэтому очевидно, что количество нефтепродуктов, непреднамеренно попадающих в морские акватории при эксплуатации морского транспорта, может расти [3]. Для ликвидации последствий потенциальных углеводородных загрязнений и минимизации ущерба окружающей среде необходимо использовать наиболее эффективные и экологически безопасные подходы [4; 5]. Одним из способов очистки прибрежных участков акваторий от углеводородов нефти может являться использование микробиологических препаратов [6]. Специально отобранные аборигенные штаммы микроорганиз-

мов способны проявлять высокую активность в разложении компонентов нефти даже при низких температурах северных широт. Это свойство делает их особенно ценными для потенциально-го использования в биоремедиации морских нефтяных загрязнений в холодных климатических условиях [7; 8]. Ареалом их обитания и местом выделения могут быть акватории морей арктического региона, где они – естественные компоненты морских экосистем [9].

Микробные препараты можно использовать как отдельно, так и совместно с диспергентами и другими решениями для утилизации углеводородных загрязнений [10]. В качестве носителя для нефтеокисляющих микроорганизмов, как правило, используются относительно инертные компоненты, которые могут служить субстратом для развития и источником дополнительного углеродного питания, что увеличивает скорость роста микроорганизмов [11]. Для успешного использования данного подхода при очистке морских акваторий необходимо оценить потенциальные экологические риски его применения. В частности, требуется: (1) оценка взаимодействия препаратов с мо-

дельными морскими видами организмов; (2) изучение токсичности микроорганизмов и их метаболитов, в т.ч. продуктов разложения нефти; (3) разработка методов контроля микроорганизмов в водной среде для оценки их распространения после внесения. Подобные исследования могут быть проведены на модельных морских гидробиоценозах с использованием стандартизованных тест-организмов.

Многие штаммы микроорганизмов-деструкторов уже были протестираны на биобезопасность и показали низкую токсичность, а также – отсутствие негативного воздействия на все звенья морских биоценозов. Помимо этого, биологические препараты, в состав которых входят аборигенные штаммы микроорганизмов, являются более безопасными, ввиду того, что не будут оказывать негативного влияния на местное биоразнообразие [12]. Таким образом, для эффективного применения вновь разработанных биологических препаратов необходимо проведение комплексных исследований для подтверждения возможности их безопасного использования в морских экосистемах. Тестирование безопасности микробного штамма, описанного в работе, проходило на базе центра «Аквакультура» Факультета биологии и рыбного хозяйства МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ).

Целью исследования являлась оценка влияния компонентов микробного препарата, а именно – штамма психрофильного микроорганизма-деструктора нефти, на сапрофитную

микрофлору, представителей фито- и зоопланктона, бентосных организмов и рыб.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Штамм микроорганизма в составе биопрепарата

Исследуемый биологический препарат предназначен для очистки воды и береговой линии арктических морей от загрязнений углеводородами в условиях морской воды и при низких, в том числе отрицательных температурах (до $-2,5^{\circ}\text{C}$). В состав препарата входит штамм *Arthrobacter psychrochitiphilus* ARC 42 (ВКПМ Ас-2076), депонированный в Национальном биоресурсом центре «Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов» НИЦ «Курчатовский институт» (БРЦ ВКПМ). Для указанного штамма область применения обозначена как биологическая очистка нефтяных загрязнений северных морей. Морфология колоний, при росте на плотной среде МРСА, позволяет проводить идентификацию его присутствия в водной среде.

Штамм на исследование был предоставлен в виде суспензии чистой культуры с концентрацией микроорганизмов не менее 1×10^9 КОЕ/мл.

Определение токсических свойств

Работа по определению безопасных концентраций биопрепарата выполнена в соответствии с методическими указаниями (согласно «Методическим указаниям», приказ Росрыболовства № 695 от 04.08.09 г., с учетом пункта 5 Требо-

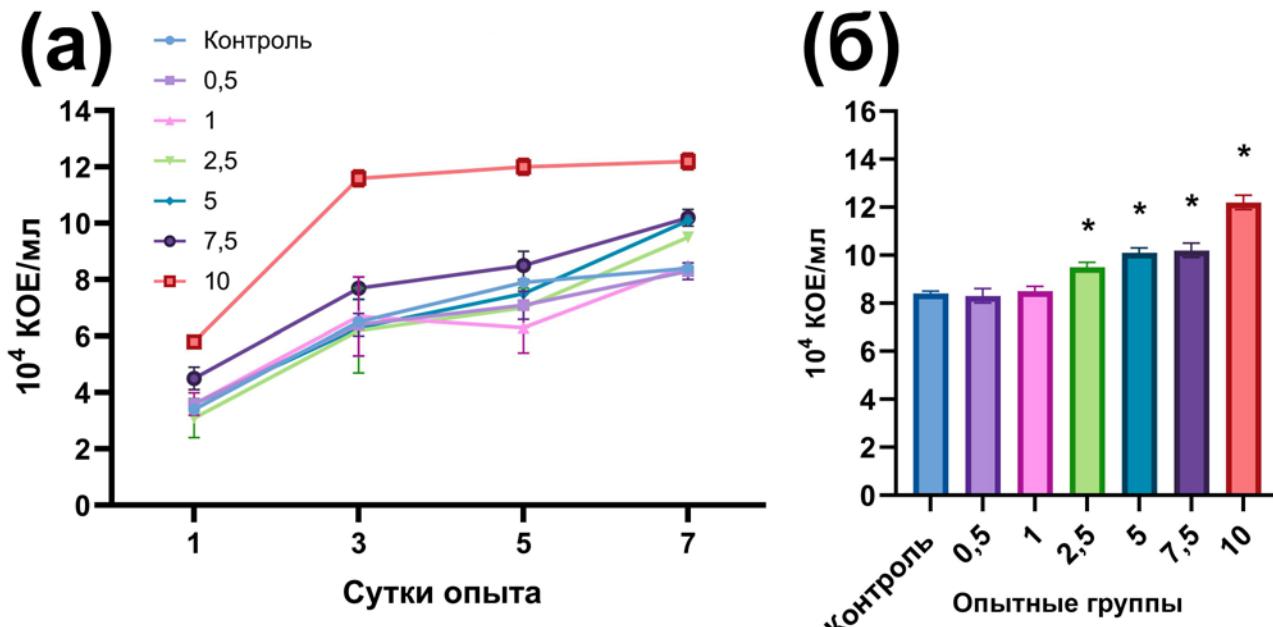


Рисунок 1. Влияние культуры *Arthrobacter psychrochitiphilus* ARC 42 на численность сапрофитной микрофлоры (10^4 КОЕ/мл) с добавлением нефти. (а) – динамика численности сапрофитных микроорганизмов на 1-7 сутки; (б) – численность микроорганизмов на 7 сутки опыта. **Примечание:*** – значения, статистически достоверно отличающиеся от контроля при $td = 2,77$, $p \leq 0,05$

Figure 1. *Arthrobacter psychrochitiphilus* ARC 42

on the number of saprophytic microflora (10^4 CFU/ml) with the addition of oil. (a) – dynamics of the number of saprophytic microorganisms on 1-7 days; (b) – the number of microorganisms on the 7th day of the experiment.

Note:* - values statistically significantly different from the control at $td = 2.77$, $p \leq 0.05$

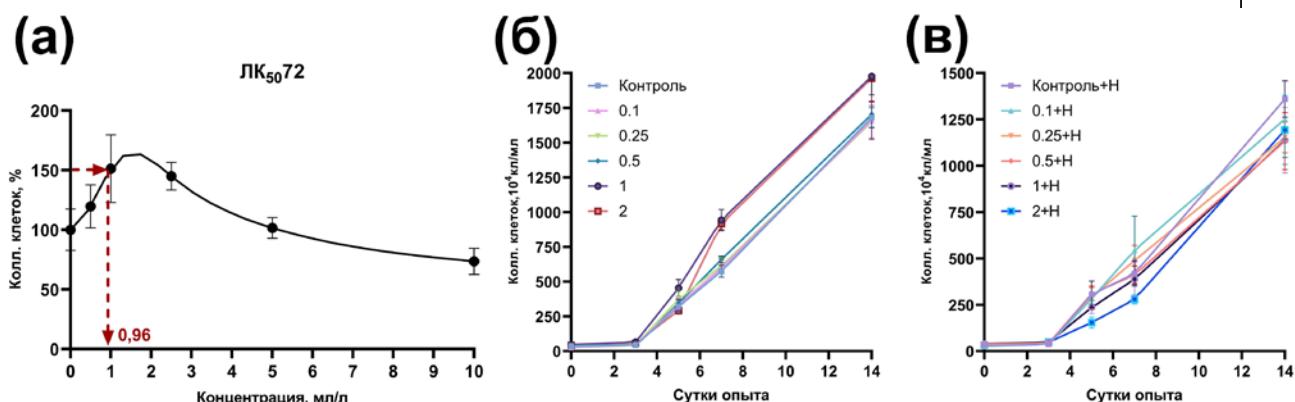


Рисунок 2. Влияние культуры *Arthrobacter psychrochitiphilus* ARC 42 на рост культуры *Phaeodactylum tricornutum* в остром и хроническом опыте с добавлением и без добавления нефти

Figure 2. Influence of the culture of *Arthrobacter psychrochitiphilus* ARC 42 on the growth of *Phaeodactylum tricornutum* culture in acute and chronic experience with and without the addition of oil

вания к разработке ПДК биологических препаратов [13]). В качестве основных тест-объектов в исследовании были использованы водоросли *Phaeodactylum tricornutum*, макрофиты – хетоморфа (*Chaetomorpha linum*), ракообразные *Artemia salina*, представители бентоса – амфиоподы (*Gammarus duebeni*), представители ихтиофауны – рыбы медака (*Oryzias latipes*) и гуппи (*Poecilia reticulata*). Работы проводились на базе центра «Аквакультура» Факультета биологии и рыбного хозяйства МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ). Для содержания тест-объектов и проведения исследования использовалась искусственная морская вода на основе соли «Red Sea Salt» (Red Sea International) соленостью 20‰. Для исследования влияния на сaproфитную микрофлору использовалась вода из действующей морской аквариальной системы.

Исследования проводились в двух вариантах: с добавлением (0,05 мл/л) и без добавления нефти. Установление чувствительности применяемых тест-организмов проводилось с помощью бихромата калия.

Для сaproфитной микрофлоры, фитопланктона и простейших оценивалось влияние на динамику роста культуры. Для зоопланктона и бентосных организмов основным критерием оценки токсичности выступала выживаемость тест-объектов. Спектр исследований на рыбах включал как краткосрочные, так и долгосрочные эксперименты. Помимо выживаемости оценивалось воздействие на эмбриональные стадии развития, гематологические и гистологические показатели. Оценка возможной генотоксичности проводилась с использованием микроядерного теста на эритроцитах рыб [14].

Статистическая обработка

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения GraphPad Prism версии 9.0 (GraphPad, San Diego, CA, USA), среды R (v3.5.2; R Core Team [15]) и программы RStudio [16]. Данные анализируемых показателей представлены как среднее ± стандартное отклонение ($M \pm m$). Для оценки статистических

различий между тест-показателями биологических объектов в разных концентрациях использовали тест Стьюдента в модификации Уэлча (в случае неравных дисперсий) с использованием поправки Бонферрони-Холма (для учета множественных сравнений). Статистически значимым считалось значение $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние исследуемого штамма на сaproфитную микрофлору

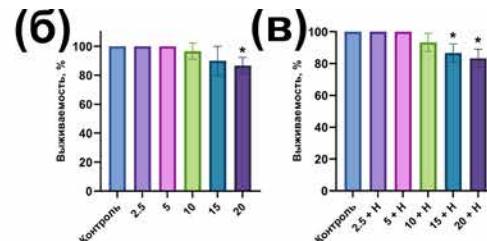
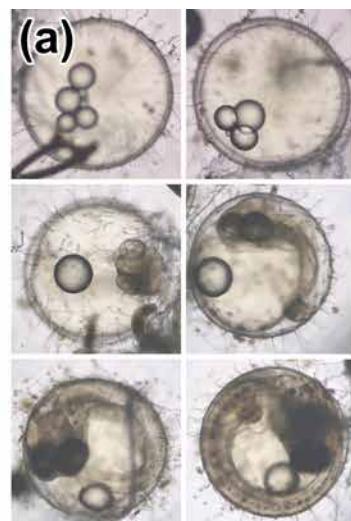
Концентрация биопрепарата для исследования была определена при оценке органолептических показателей, а также в острый опытах на тест-объектах. При исследовании воздействия культуры *Arthrobacter psychrochitiphilus* ARC 42 удалось выявить закономерности взаимодействия исследуемого микроорганизма и естественной сaproфитной микрофлоры.

Штамм ARC 42 приводил к достоверной стимуляции численности сaproфитной микрофлоры на 3 и 5 сутки в концентрациях 7,5 и 10 мл/л с добавлением нефти (рис. 1, а). Внесение нефти в опытные растворы приводило к достоверной стимуляции роста сaproфитных микроорганизмов также в концентрации 5 мл/л. На 7 сутки численность микроорганизмов в концентрациях более 2,5 мл/л достоверно превышала контрольные значения, как с добавлением, так и без добавления нефти (рис. 1, б).

Исходя из полученных результатов можно видеть, что добавление культуры в концентрациях более 0,5 мл/л приводит к существенному ускорению роста бактериальных сообществ. Эффект стимуляции может быть вызван внесением более высокого титра микроорганизмов, по сравнению с присутствующей в водной среде сaproфитной микрофлорой. Также ускорение роста может быть вызвано метаболитами исследуемого штамма и присутствием культуральной среды. При добавлении нефти, за счет метаболизма нефтеокисляющих штаммов микроорганизмов, могут появляться дополнительные источники питания для естественной микрофлоры.



Oryzias latipes



Poecilia reticulata

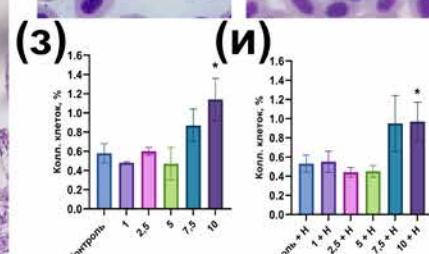
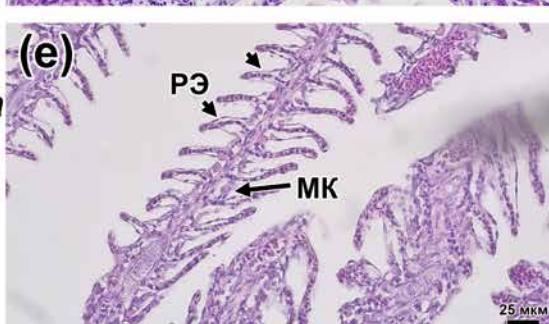
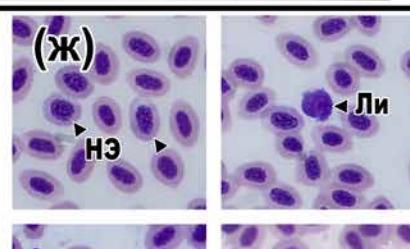
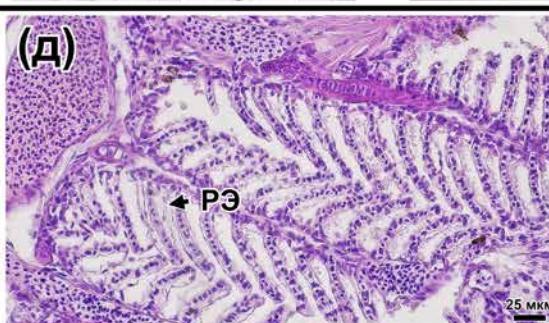


Рисунок 3. Результаты исследования по влиянию бактериальных культур на рыб (*Poecilia reticulata*, *Oryzias latipes*): (а) – эмбриональное развитие медаки в контроле (слева) и в концентрации штамма ARC 42 10 мл/л (справа); (б) – выживаемость икры медаки без добавления нефти (в) и с добавлением нефти; (г) предличинка медаки в контроле (сверху) и в концентрации штамма ARC 42 20 мл/л (снизу); (д) гистологические срезы жабр гуппи в концентрации штамма ARC 42 7,5 мл/л и (е) 10 мл/л; (ж) форменные элементы крови из опытных групп; (з) относительная встречаемость незрелых эритроцитов в периферической крови гуппи при действии штамма ARC 42 без добавления нефти и/ или с добавлением нефти. **Сокращения:** РЭ – респираторный эпителий; МК – мукоидные клетки; НЭ – незрелый эритроцит; Ли – лимфоцит; Мо – монцит. **Примечание:*** – значения, статистически достоверно отличающиеся от контроля при $td = 2,77$, $p \leq 0,05$

Figure 3. Results of a study on the effect of bacterial cultures on fish (*Poecilia reticulata*, *Oryzias latipes*): (a) – embryonic development of honeydew in the control (left) and in the concentration of strain ARC 42 10 ml/l (right); (b) – the survival rate of honey caviar without the addition of oil (c) and with the addition of oil; (d) the predlichinka of honey in the control (top) and in the concentration of shhma ARC 42 20 ml/l (bottom); (e) histological sections of guppy gills in the concentration of the ARC 42 strain 7.5 ml/l and (e) 10 ml/l; (g) shaped blood elements from the experimental groups; (h) the relative occurrence of immature erythrocytes in the peripheral blood of guppies under the action of the ARC 42 strain without the addition of oil and/or with the addition of oil. **Abbreviations:** RE – respiratory epithelium; MK – mucoid cells; NE – immature erythrocyte; Li- lymphocyte; Mo – monocyte. **Note:*** – values statistically significantly different from the control at $td = 2.77$, $p \leq 0.05$

Таким образом, безопасной, не оказывающей влияния на рост сапрофитных микроорганизмов концентрацией бактериальной культуры может быть признана 0,5 мл/л (500 мг/л; $0,5 \times 10^5$ КОЕ/л). Внесение штамма в данной концентрации в морскую среду не окажет негативного воздействия на существующий микробиоценоз, но

может существенно снизить остаточное нефтяное загрязнение.

Влияние исследуемого штамма на фитопланктон (*Phaeodactylum tricornutum*)

С целью оценки влияния исследуемого штамма на организмы фитопланктона исполь-

зовалась диатомовая водоросль *Phaeodactylum tricornutum*, которая является чувствительным тест-объектом к загрязнениям водной среды. Исследования проводились в остром (72 часа) и хроническом опытах (14 суток). В условиях краткосрочного эксперимента был установлен токсикометрический параметр ЭК₅₀ 72, который составил для штамма ARC42 0,96 мл/л (рис. 2, а). В концентрациях 1 и 2,5 мл/л происходило значительное ускорение роста культуры водоросли, при этом в максимальных концентрациях наблюдалось незначительное падение численности клеток. Таким образом, можно утверждать, что исследуемый микроб-организм оказывает схожий стимулирующий эффект на рост культуры водорослей в низких концентрациях.

В хроническом опыте без добавления нефти достоверная стимуляция роста культуры феодактилума наблюдалась в концентрациях 1 и 2 мл/л начиная с 5 суток опыта (рис. 2, б). Большая, в сравнении с контролем, численность клеток в данных концентрациях сохранилась на 7 и 14 сутки. При внесении нефти в исследуемый раствор была установлена разнонаправленная динамика роста культуры *P. tricornutum*. Так, на 3 сутки эксперимента, при внесении нефти концентрации культур 1 и 2 мл/л приводили к менее выраженной стимуляции роста водоросли, чем без ее внесения (рис. 2, в). Однако, начиная с 5 суток, в данных концентрациях было установлено существенное снижение численности клеток в культуре

по сравнению с контролем. По завершении опыта (14 сутки) достоверные различия по количеству клеток феодактилума и исследуемой культуры не установлены.

Как правило, бактериальные культуры, при совместном культивировании с фитопланктоном, влияют на процессы роста, так как микробные клетки, прикрепляясь к поверхности клеток водорослей, снижают интенсивность фотосинтеза и газообмена. Стимуляция роста водоросли, скорее всего, обусловлена обогащением водной среды метаболитами бактериальных клеток, которые могут стимулировать рост водорослей за счет присутствия азотистых соединений, выделения CO₂ и биологически активных веществ [17]. Выявленная разнонаправленная динамика роста культуры при добавлении нефти может быть связана с негативным воздействием нефти непосредственно на организмы фитопланктона, численность которых снижалась по мере разложения нефти микроорганизмами.

Таким образом, безопасной концентрацией для исследуемого штамма, не оказывающей влияния на рост водорослевой культуры *Phaeodactylum tricornutum*, следует признать 0,5 мл/л (500 мг/л; 0,5*10⁵ КОЕ/л).

Сводные данные о влиянии исследуемого штамма на представительных гидробионтов

Данные по влиянию исследуемой бактериальной культуры на представительных гидробионтов, а также гидрохимический режим приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сводная таблица по влиянию бактериальной культуры на солоноватоводную и морскую водную среду и представительных гидробионтов / **Table 1.** Summary table on the effect of bacterial culture on the brackish and marine aquatic environment and representative hydrobionts

Тест-организм	Определяемый показатель	МДК, мл/л (КОЕ/л)	
		ARC 42	
Бактериальная микробиота	Численность сапропофитов	1 (1*10⁶)	
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	ЭК ₅₀ 72	0.96	
	Динамика численности клеток	0.5 (0.5*10 ⁵)	
<i>Zostera marina</i>	Прирост листьев	5 (5*10 ⁶)	
	Прирост таллома	10(1*10 ⁷)	
<i>Chaetomorpha linum</i>	Прирост таллома	1 (1*10 ⁶)	
<i>Styloichia mytilus</i>	Изменение численности	1 (1*10 ⁶)	
<i>Artemia salina</i>	ЛК ₅₀ 96	11.57	
	Выживаемость	1 (1*10 ⁶)	
<i>Gammarus duebeni</i>	Выживаемость	2.5 (2.5*10 ⁶)	
	ЛК ₅₀ 96	14.02	
<i>Poecilia reticulata</i>	Выживаемость мальков	5 (5*10 ⁶)	
	Выживаемость молоди	10 (1*10 ⁷)	
<i>Oryzias latipes</i>	Воздействия на эмбриональное развитие	10 (1*10 ⁷)	
	Выклев предличинок	10 (1*10 ⁷)	
	Гистологическое исследование	5 (5*10 ⁶)	
<i>Poecilia reticulata</i>	Гематологическое исследование	5 (5*10 ⁶)	
	Генотоксичность (МЯТ)	10 (1*10 ⁷)	

Было установлено, что бактериальная культура, в исследуемых концентрациях, оказалась малотоксичной для большинства экспериментальных тест-организмов. Эффекта при воздействии на организмы зоопланктона (*Styloichia mytilus*, *Artemia salina*) не наблюдалось, как в остром, так и в хроническом опыте, даже при внесении 1 мл/л биопрепарата. Показатель – полулетальная концентрация за 96 часов для *Artemia salina* для штамма ARC 42 составил 11,57 мл/л.

Исследуемый штамм не оказывал негативного воздействия на организмы фитобентоса до концентрации 1 мл/л (на примере *Zostera marina*, *Chaetomorpha linum*). При этом, хетоморфа оказалась более чувствительной к воздействию штамма. Так, для ARC 42 в концентрации 2,5 мл/л наблюдалась стимуляция роста таллома, а при концентрациях 7,5 и 10 мл/л было выявлено ингибирование роста. Организмы зообентоса (*Gammarus duebeni*) не реагировали на присутствие в водной среде исследуемого штамма в концентрации менее 2,5 мл/л как при добавлении, так и без добавления нефти.

Исследуемые виды рыб (*Poecilia reticulata*, *Oryzias latipes*) продемонстрировали низкую чувствительность к воздействию данного препарата (рис. 3). Показатель ЛК50 за 96 часов для мальков гуппи составил: для штамма ARC 42 – 14,02 мл/л. Безопасная концентрация, не оказывающая воздействия на мальков гуппи в хроническом опыте, составила 5 мл/л. Влияние на эмбриональное развитие *Oryzias latipes* было установлено только при концентрации более 15 мл/л для штамма ARC42 с добавлением нефти (рис. 3, б, в). Высокие концентрации исследуемого штамма также влияли на физиологические функции рыб. Так, концентрации выше 7,5 мл/л приводили к нарушениям жаберного аппарата, выражавшегося в отслоении респираторного эпителия и гипертрофии мукоидных клеток (рис. 3, д, е). Изменения также наблюдались в лейкоцитарной формуле гуппи. Штамм ARC 42 приводил к достоверному уменьшению числа лимфоцитов в периферической крови рыб в концентрациях 7,5 и 10 мл/л.

Исследование возможной генотоксичности изучаемого штамма и метаболитов в присутствии углеводородов нефти, с помощью микроядерного теста на эритроцитах *Poecilia reticulata*, показало отсутствие увеличения встречаемости цитогенетических нарушений во всех исследуемых концентрациях.

Все вышеперечисленные звенья модельного гидробиоценоза не лимитировали по токсическому воздействию на изучаемый штамм микроорганизма. При этом, проведение экспериментов показало безопасность исследуемого штамма до концентрации $0,5 \times 10^5$ КОЕ/л (0,5 мл/л).

ВЫВОДЫ

- Штамм-деструктор нефти *Arthrobacter psychrochitiphilus* ARC 42, взаимодействуя с естественной микрофлорой воды, может вызвать

стимуляцию ее развития при внесении в концентрации более 0,5 мл/л (500 мг/л; $0,5 \times 10^5$ КОЕ/л). Во всех исследуемых концентрациях с добавлением и без добавления нефти угнетения развития сапрофитов установлено не было.

- Диатомовая водоросль *Phaeodactylum tricornutum* являлась лимитирующим звеном, так как уже при воздействии исследуемого штамма в концентрации 1 мл/л (1000 мг/л; 1×10^5 КОЕ/л) без добавления нефти отмечалась стимуляция роста культуры. При добавлении нефти на 3 и 5 сутки хронического опыта отмечалось ингибирование ее роста.

- Зоопланктон, фитобентос и зообентос оказались не чувствительными к воздействию исследуемого штамма микроорганизма и токсический эффект проявлялся только в самых больших концентрациях – более $0,5 \times 10^5$ КОЕ/л.

- Исследуемый штамм не оказывал влияния на выживаемость рыб на всех стадиях развития. Эффект был выявлен по ряду гистологических и гематологических показателей в концентрациях более $0,5 \times 10^5$ КОЕ/л.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов в работу: Никифоров-Никишин Д.Л. – экспериментальная часть, анализ данных, подготовка основного текста. Гавирова Л.А. – анализ данных, корректировка текста; Щербакова П.А. – подготовка культуры на исследования; Шестаков А.И. – идея статьи, проверка текста статьи; Давыдова О.А. – подготовка к печати, окончательная проверка текста; Сережкин И.Н. – идея статьи, корректировка текста

The authors advertise the rejection of the conflict of intersections.

The authors' contribution to the work: Nikiforov-Nikishin D.L. – experimental work, data analysis, preparation of the main text. Gavirova L.A. – data analysis, correction of the text; Sherbakova P.A. – preparation of cultures for research; Shestakov A.I. – of the article, verification of the text of the article; Davydova O.A. – preparation for printing, final check of the text; Serezkin I.N. – idea of the article, correction of the text

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Иванова А.В. Развитие арктического региона: проблемы и приоритеты // Сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова». 2023. С. 787-790.
- Маслобоев В.А. Природоподобные технологии в горнопромышленном комплексе Арктики. Сборник научных материалов Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения акад. Николая Павловича Лавёрова. / отв. ред. А.О. Глико, А.А. Барях, К.В. Лобанов, И.Н. Болотов. Архангельск: Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской академии наук. 2020. С. 43-48.
- Патин С. А. Нефть и экология континентального шельфа: в 2-х т. 2-е изд. переработанное и дополненное // М.: ВНИРО. 2017. С. 326.
- Погребов В.Б. Интегральная оценка экологической чувствительности биоресурсов береговой зоны к антропогенным воз-

- действиям // Основные концепции современного берегопользования. Т. 2. СПб: Изд-во РГГМУ. 2010. С. 43–85.
5. Шайхеев И.Г., Ярочкина А.Н., Гафаров Р.Р., Мирошниченко Н.А., Сейтова С.А. Химические, физико-химические и биологические методы обезвреживания нефтесодержащих отходов // Сборник докладов Всероссийской научной конференции Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2021. С. 187-196.
 6. Rosenberg E. Hydrocarbon-oxidizing bacteria //The Prokaryotes: Prokaryotic Physiology and Biochemistry. 2013. С. 201-214.
 7. Semenova E.M., Babich, T.L., Sokolova D.S., Ershov A.P., Raievskaya Y.I., Bidzhieva S.K., Stepanov A.L., Korneykova M.V., Myazin V.A., Nazina T.N. Microbial communities of seawater and coastal soil of Russian Arctic Region and their potential for bioremediation from Hydrocarbon Pollutants //Microorganisms. 2022. Т. 10. №. 8. С. 1490.
 8. Гоголева О.А., Немцева Н.В. Углеводородокисляющие микробные сообщества природных экосистем //Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2012. №. 2.
 9. Федоренко В. Н., Сережкин И.Н., Ламова Я.А., Князюк М.К., Нетрусов А.И., Шестаков А.И. Свойства естественных углеводородокисляющих микробных сообществ для утилизации нефтяных загрязнений в Северных регионах // Биотехнология. 2015. №6. С. 72-78.
 10. Malavenda R., Rizzo C., Michaud L., Gerce B., Bruni V., Syldatk C., Hausmann R., Giudice L. Biosurfactant production by Arctic and Antarctic bacteria growing on hydrocarbons //Polar Biology. 2015. Т. 38. №. 10. С. 1565-1574.
 11. Шестаков А.И., Федоренко В.Н., Виноградова Е.Н., Садраддинова Э.Р., Абрамов С.М., Шестакова О.О., Нетрусов А.И. Микробный препарат для утилизации углеводородных загрязнений бензогенной зоны арктических морей // Нефть. Газ. Новации. 2013. Т. 177. №. 10. С. 47-50
 12. Сидоренко М.Л., Русакова Д.А. Разнообразие психрофильных бактерий и их биотехнологический потенциал (обзор) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2022. №. 58. С. 28-54.
 13. Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 22 декабря 2016 года), приказ Росрыболовства № 695 от 04.08.09 г.
 14. Kochetkov N.I., Smorodinskaya S.V., Nikiforov-Nikishin D.L., Klimov V.A., Golovacheva N.A., Nikiforov-Nikishin A.L., Grozescu Y.N. Evaluating possible genotoxicity of three feed additives recommended for aquaculture by using micronucleus test on *Danio rerio* erythrocytes // Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry. 2022. No. 3. P. 48-59.
 15. R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>. (Дата обращения 03.08.2023)
 16. RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com>. (Дата обращения 07.08.2023)
 17. Клишевич Н.Г., Ананьева И.Н., Алеценкова З.М. Фитостимулирующая активность микроорганизмов-деструкторов нефти //Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. 2020. С. 440-446.

REFERENCES AND SOURCES

1. Ivanova A.V. (2023). Development of the Arctic region: problems and priorities // Collection of materials of the IV All-Russian Scientific and practical Conference. Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Federal State Educational Institution of Higher Education "Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov". Pp. 787-790. (In Russ.).
2. Masloboev V.A. (2020). Nature-like technologies in the mining complex of the Arctic. Collection of scientific materials of the All-Russian conference with international participation dedicated to the 90th anniversary of the birth of akad. Nikolai Pavlovich Laverov. / ed.
- by A.O. Gliko, A.A. Baryakh, K.V. Lobanov, I.N. Bolotov. Arkhangelsk: Federal Research Center for the Integrated Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov of the Russian Academy of Sciences. Pp. 43-48. (In Russ.).
3. Patin S.A. (2017). Oil and ecology of the continental shelf: in 2 vols. 2nd ed. revised and supplemented //Moscow: VNIRO. P. 326. (In Russ.).
4. Pogrebov V.B. (2010). Integral assessment of the ecological sensitivity of bioresources of the coastal zone to anthropogenic impacts // Basic concepts of modern coastal management. Vol. 2. St. Petersburg: Publishing House of RGGMU. Pp. 43-85. (In Russ.).
5. Shaikhiev I.G., Yarochkina A.N., Gafarov R.R., Miroshnichenko N.A., Seitova S.A. (2021). Chemical, physico-chemical and biological methods of neutralization of oily waste // Collection of reports of the All-Russian scientific conference Safety, protection and protection of the environment: fundamental and applied research. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Pp. 187-196. (In Russ.).
6. Rosenberg E. (2013). Hydrocarbon-oxidizing bacteria //The Prokaryotes: Prokaryotic Physiology and Biochemistry. Pp. 201-214.
7. Semenova E.M., Babich, T.L., Sokolova D.S., Ershov A.P., Raievskaya Y.I., Bidzhieva S.K., Stepanov A.L., Korneykova M.V., Myazin V.A., Nazina T.N. (2022). Microbial communities of seawater and coastal soil of Russian Arctic Region and their potential for bioremediation from Hydrocarbon Pollutants // Microorganisms. Vol. 10. No. 8. p. 1490.
8. Gogoleva O.A., Nemtseva N.V. (2012). Hydrocarbon-oxidizing microorganisms of natural ecosystems //Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. No. 2. (In Russ.).
9. Fedorenko V.N., Serezkin I.N., Lamova Ya.A., Knyazyuk M.K., Netrusov A.I., Shestakov A.I. (2015). Properties of natural hydrocarbon-oxidizing microbial communities for utilization of oil pollution in the Northern regions // Biotechnology. No.6. Pp. 72-78. (In Russ.).
10. Malavenda R., Rizzo C., Michaud L., Gerce B., Bruni V., Syldatk C., Hausmann R., Giudice L. (2015). Biosurfactant production by Arctic and Antarctic bacteria growing on hydrocarbons //Polar Biology. Vol. 38. no. 10. Pp. 1565-1574.
11. Shestakov A.I., Fedorenko V.N., Vinogradova E.N., Sadraddinova E.R., Abramov S.M., Shestakova O.O., Netrusov A.I. (2013). Microbial preparation for utilization of hydrocarbon pollution of the coastal zone of the Arctic seas // Oil. Gas. Innovations. vol. 177. no. 10. Pp. 47-50. (In Russ.).
12. Sidorenko M.L., Rusakova D.A. (2022). Diversity of psychrophilic bacteria and their biotechnological potential (review) // Bulletin of Tomsk State University. Biology. No. 58. Pp. 28-54. (In Russ.).
13. Methodological guidelines for the development of water quality standards for water bodies of fishery significance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery significance (as amended on December 22, 2016), Order of Rosrybolovstvo No. 695 of 04.08.09. (In Russ.).
14. Kochetkov N.I., Smorodinskaya S.V., Nikiforov-Nikishin D.L., Klimov V.A., Golovacheva N.A., Nikiforov-Nikishin A.L., Grozescu Y.N. (2022). Evaluating possible genotoxicity of three feed additives recommended for aquaculture by using micronucleus test on *Danio rerio* erythrocytes // Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry. No. 3. Pp. 48-59.
15. R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>. (Date of request)
16. RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com> . (Date of request)
17. Klishevich N.G., Ananyeva I.N., Aleshchenko Z.M. (2020). Phytostimulating activity of microorganisms-oil destructors // Microbial biotechnologies: fundamental and applied aspects. Pp. 440-446. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию/ Received 16.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 18.10.2023

Актуальность экологического анализа окружающей среды при загрязнении нефтью и нефтепродуктами

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-50-52 EDN kmggcpr

Обзорная статья
УДК 614.7(075.8)

Иванов Дмитрий Владимирович – доктор географических наук, заместитель директора по научной работе Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан,
@water-rf@mail.ru, Россия, Казань

Адрес: 420087, Россия, Казань, ул. Даурская, д. 28

Аннотация.

Эта публикация является отзывом на книгу, посвященную проблемам загрязнения окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. В учебном пособии дана характеристика нефти, рассмотрены ее физико-химические свойства. Приведены различные методы контроля среды обитания, при ее загрязнении, для получения наиболее полной информации о состоянии загрязненных акваторий и территорий. Показана необходимость применения таких методов для получения наиболее полной информации о состоянии загрязненной среды нефтью и нефтепродуктами.

Ключевые слова:

нефть, нефтепродукты, среда, методы контроля, загрязнение, акватории, территории

Для цитирования:

Иванов Д.В. Актуальность экологического анализа окружающей среды при загрязнении нефтью и нефтепродуктами // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 50-52. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-50-52
EDN kmggcpr

Автор фотографии: Иванов Д.В.

THE RELEVANCE OF ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF THE ENVIRONMENT IN CASE OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS POLLUTION

Dmitry V. Ivanov – Doctor of Geographical Sciences, Deputy Director for Research of the Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, @ water-rf@mail.ru , Russia, Kazan
Address: 28 Daurskaya str., Kazan, 420087, Russia

Annotation. This publication is a review of a book devoted to the problems of environmental pollution by oil and petroleum products. The textbook describes the characteristics of oil, its physico-chemical properties are considered. Various methods of monitoring the habitat during its pollution are given to obtain the most complete information about the state of polluted water areas and territories. The necessity of using such methods to obtain the most complete information about the state of the polluted environment with oil and petroleum products is shown.

Keywords:

oil, petroleum products, environment, control methods, pollution, water areas, territories

For citation:

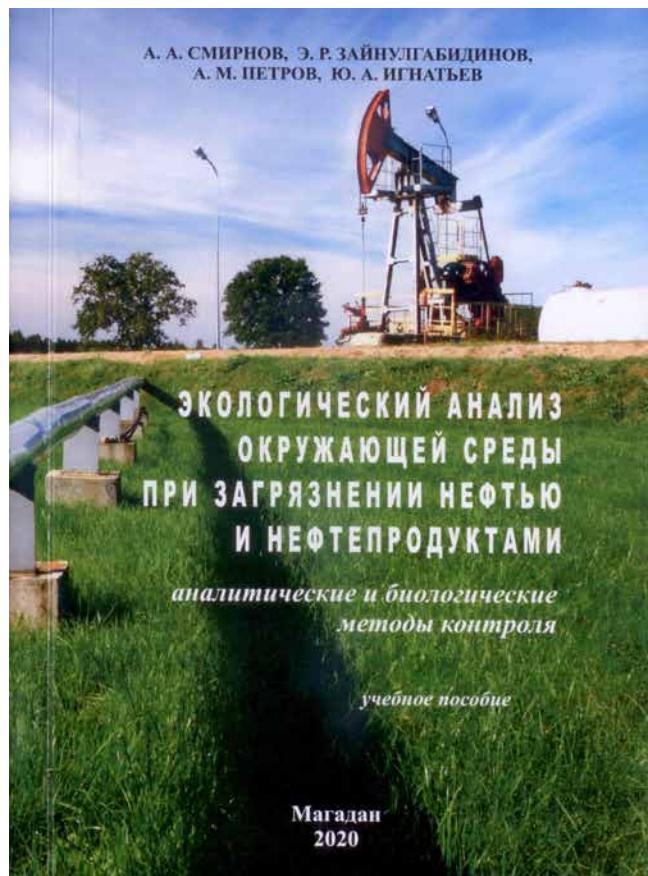
Ivanov D.V. Relevance of ecological analysis of the environment in case of oil and petroleum products pollution // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 50-52. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-50-52 EDN kmggcp

В настоящее время Россия занимает одно из ведущих мест в мире по добыче нефти, при этом разрабатываемые месторождения часто расположены в труднодоступной местности и на значительном удалении от населенных пунктов. Ввиду этого возрастает вероятность загрязнения различных сред обитания нефтью и ее производными при добыче, транспортировке и переработке, а также – нанесения ущерба биологическим ресурсам [1; 2; 3; 4].

При этом установление содержания нефти и ее производных в водной и наземной средах является сложной задачей и по многим направлениям до конца не решено [5-7]. Это связано со сложным, разнообразным и многокомпонентным составом сырой нефти и продуктов её переработки [8]. Кроме того, задача усложняется трансформацией нефти и нефтепродуктов под действием микроорганизмов и других факторов.

Таким образом, экологический анализ среды обитания при ее загрязнении нефтью и нефтепродуктами путем применения различных методов ее контроля актуален и необходим.

Как написано в аннотации, в учебном пособии А.А. Смирнова, Э.Р. Зайнулгабидина, А.М. Петрова, Ю.А. Игнатьева «Экологический анализ окружающей среды при загрязнении нефтью и нефтепродуктами: аналитические и биологические методы контроля» [9] рассмотрены термины и понятия, применяемые при мониторинге акваторий и территорий, загрязненных нефтью и ее производными. Показана характеристика нефти, как сложной смеси различных углеводородов. Кратко рассматриваются физико-химические свойства нефти, а также возможные изменения состава нефти со временем. Указаны различные методы контроля и дано их описание. Представлена краткая характеристика применяемого оборудования. Рассмотрены используемые на практике возможные сочетания описанных методов для получения наиболее полной информации о состоянии загрязненных акваторий и территорий, эффективности применяемых методов рекультивации.



Структура книги [9] содержит следующие актуальные главы:

Глава 1. «Характеристики нефти. Нефть как загрязнитель» включает в себя следующие разделы: состав нефтей, классификация нефтей, особенности загрязнения нефтью водной и наземной среды, понятие «нефтепродукты».

Глава 2 «Общие принципы пробоотбора для биологического и химического контроля объектов окружающей среды» состоит из таких частей: отбор проб воды, отбор проб донных отложений, отбор проб почв и грунтов.

В главе 3 рассмотрены методы количественного химического анализа нефтепродуктов: гравиметрический, ИК-спектроскопии, флуориметрический, газовой хроматографии. В этой главе также приведен перечень необходимых подготовительных работ для проведения аналитических измерений и основные методики по измерению содержания нефтепродуктов в водной среде, донных отложениях, илах, осадках сточных вод, почве, отходах производства и потребления.

В главе 4 приведены биологические методы контроля и обзор подготовки проб для проведения процедуры биотестирования, перечислены и охарактеризованы различные виды применяемых биоиндикаторов.

Как видно из названий глав, учебное пособие [9] достаточно полно охватывает круг вопросов, связанных с экологическим анализом окружающей среды при загрязнении нефтью и нефтепродуктами.

Книга [9] полезна как студентам, так и аспирантам, преподавателям ВУЗов, колледжей, лицеев и гимназий, учителям школ.

В пособии приведен значительный библиографический список (68 источников).

Со времени публикации учебного пособия [9] прошло несколько лет. Актуальность рассмотренных в нем вопросов усиливается новыми публикациями [10; 11].

ВЫВОДЫ

Учебное пособие [9] (А.А. Смирнов, Э.Р. Зайнулгабидинов, А.М. Петров, Ю.А. Игнатьев «Экологический анализ окружающей среды при загрязнении нефтью и нефтепродуктами: аналитические и биологические методы контроля». Магадан: СВГУ, 2020. 155 с.), безусловно, полезно как студентам, так и преподавателям, рекомендуется широкому кругу читателей, связанных с экологией и загрязнением окружающей среды нефтью и нефтепродуктами.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Сулейманов Р.А., Бактыбаева З.Б., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Иванов Д.Е., Спирин В.Ф. Эколо-гиgienическая характеристика окружающей среды и состояние здоровья населения на территориях добычи и транспорта нефти // Ульяновский медико-биологический журнал. 2018. №4. С. 124-142.
- Адам А.М., Бегун М.В., Дмитриев А.В., Купressова Е.А., Ледовская А.М., Романенко С.В., Савичев О.Г. Скрининговый контроль объектов гидросферы для выявления аварийных нефтяных разливов // Изв. Томского политехнического университета. Инженеринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 9. С. 29-38.
- Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. В 2 т. Т. 1. Морской нефтегазовый комплекс: состояние, перспективы, факторы воздействия // М.: ВНИРО. 2017. 326 с.
- Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. В 2 т. Т. 2. Экологические последствия, мониторинг и регулирование при освоении углеводородных ресурсов шельфа // М.: ВНИРО. 2017. 284 с.
- Лозовой Д.В., Балаян А.Э., Саксонов М.Н., Стом Д.И. Экспресс метод обнаружения нефтепродуктов в водной среде // Аналитика и контроль. 2006. Т. 10, №2. С. 137-143.
- Федорова М.А., Усова С.В., Вершинин В.И. Точность ИК-спектрометрических оценок суммарного содержания углеводородов в их модельных смесях при различных способах измерения обобщенного аналитического сигнала // Аналитика и контроль. 2014. Т. 18, №1. С. 91-98.
- Темердашев З.А., Павленко Л.Ф., Корпакова И.Г., Ермакова Я.С., Экилик В.С. О некоторых методических аспектах оценки нефтяного загрязнения водных объектов с учетом деградации нефтепродуктов во времени // Аналитика и контроль. 2016. Т. 20, №3. С. 225-235.
- Рябов В.Д. Химия нефти и газа. М.: Изд. «Техника». 2004. 339 с.
- Смирнов А.А., Зайнулгабидинов Э.Р., Петров А.М., Игнатьев Ю.А. Экологический анализ окружающей среды при загрязнении нефтью и нефтепродуктами: аналитические и биологические методы контроля: учебное пособие // Магадан. Изд. СВГУ. 2020. 155 с.
- Смирнов А.А., Зайнулгабидинов Э.Р., Петров А.М., Микодина Е.В. Методы контроля среды обитания водных биологических ресурсов при загрязнении нефтепродуктами: учебное пособие // Москва: ВНИРО. 2022. 40 с.
- Sun Y., Ma J., Yue G., Liu S., Liu H., Song Q., Wu B. Comparisons of Four Methods for Measuring Total Petroleum Hydrocarbons and Short-term Weathering Effect in Soils Contaminated by Crude Oil and Fuel Oils. // Water, Air and Soil Pollution. 2021. Vol. 232. Pp. 380-394.

REFERENCES AND SOURCES

- Suleymanov R.A., Baktybayeva Z.B., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R., Ivanov D.E., Spirin V.F. (2018). Ecological and hygienic characteristics of the environment and the state of public health in the territories of oil production and transport // Ulyanovsk Medical and Biological Journal. No. 4. Pp. 124-142. (In Russ.).
- Adam A.M., Begun M.V., Dmitriev A.V., Kupressova E.A., Ledovskaya A.M., Romanenko S.V., Savichev O.G. (2016). Screening control of hydrosphere objects for the detection of emergency oil spills // Izv. Tomsk Polytechnic University. Georesource engineering. vol. 327. No. 9. Pp. 29-38. (In Russ.).
- Patin S.A. (2017). Oil and ecology of the continental shelf. In 2 t. t. 1. Offshore oil and gas complex: state, prospects, impact factors // Moscow: VNIRO. 326 p. (In Russ.).
- Patin S.A. (2017). Oil and ecology of the continental shelf. In 2 vol. t. 2. Environmental consequences, monitoring and regulation in the development of hydrocarbon resources of the shelf // Moscow: VNIRO. 284 p. (In Russ.).
- Lozovoy D.V., Balayan A.E., Saksonov M.N., Stom D.I. (2006). Express method for detecting petroleum products in an aqueous medium // Analytics and control. Vol. 10, No. 2. Pp. 137-143. (In Russ.).
- Fedorova M.A., Ussova S.V., Vershinin V.I. (2014). Accuracy of IR spectrometric estimates of the total content of hydrocarbons in their model mixtures with various methods of measuring the generalized analytical signal // Analytics and control. Vol. 18, No. 1. Pp. 91-98. (In Russ.).
- Temerdashov Z.A., Pavlenko L.F., Korpkova I.G., Ermakova Ya.S., Ekilik V.S. (2016). On some methodological aspects of the assessment of oil pollution of water bodies taking into account the degradation of petroleum products over time // Analytics and control. Vol. 20, No. 3. Pp. 225-235. (In Russ.).
- Ryabov V.D. (2004). Chemistry of oil and gas. M.: Publishing House "Technique". 339 p. (In Russ.).
- Smirnov A.A., Zainulgabidinov E.R., Petrov A.M., Ignatiev Yu.A. (2020). Ecological analysis of the environment in oil and petroleum products pollution: analytical and biological methods of control: textbook // Magadan. Ed. SVSU. 155 p. (In Russ.).
- Smirnov A.A., Zainulgabidinov E.R., Petrov A.M., Mikodina E.V. (2022). Methods of habitat control of aquatic biological resources in oil pollution: textbook // Moscow: VNIRO Publishing House. 40 p. (In Russ.).
- Sun Yu., Ma J., Yue G., Liu S., Liu H., Song K., Wu B. (2021). Comparison of four methods for measuring the total content of petroleum hydrocarbons and the short-term effect of weathering in soils contaminated with crude oil and fuel oil. // Water, Air and Soil Pollution. 2021. Vol. 232. Pp. 380-394.

Материал поступил в редакцию / Received 09.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 16.10.2023



Анализ воздействия изменения температуры на водные биоресурсы и качество среды их обитания на примере Черного моря

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-53-57 EDN mmgzkq

Научная статья
УДК 574.52

Царёв Андрей Вячеславович – заместитель начальника Центрального управления по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации (ФГБУ «ЦУРЭН»);

Попова Елена Олеговна – заместитель начальника отдела научно-методического обеспечения информационных ресурсов и баз данных, @ elena.popova.0202@gmail.com, ФГБУ «ЦУРЭН»;

Ерина Оксана Николаевна – кандидат географических наук, заведующая лаборатории гидрологии рек и водных ресурсов кафедры гидрологии суши географического факультета, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Адреса:

1. Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации – 125009, г. Москва, Большой Кисловский пер., д. 10, стр. 1
2. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова – 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

Аннотация.

В статье приводится краткий обзор работы, посвященной анализу действующего норматива качества воды по температуре. Представлен ретроспективный анализ вопроса становления и развития системы нормирования качества вод водных объектов как в России, так и за рубежом, анализ нормативной правовой базы, регулирующей вопрос установления требований к нормативам качества воды. Проведен анализ фондовых данных и литературных источников по вопросу изучения влияния температуры на состояние гидробионтов, включая ихтиофауну. Установлено, что при утверждении действующего норматива по температуре не были проведены исследования на морских экосистемах, а также не учитывались особенности температурного режима южных морей. Для выработки обоснованных предложений о необходимости корректировки норматива по температуре разработана программа комплексных морских исследований на акватории Черного моря.

Ключевые слова:

нормирование температуры, температура, Черное море, нормирование температуры в США, Канаде, Великобритании, региональный норматив по температуре, опреснительные установки, тепловое воздействие на морские экосистемы

Для цитирования:

Царёв А.В., Попова Е.О., Ерина О.Н. Анализ воздействия изменения температуры на водные биоресурсы и качество среды их обитания на примере Черного моря // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 53-57.
DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-53-57 EDN mmgzkq

ANALYSIS OF THE IMPACT OF TEMPERATURE CHANGES ON AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES AND THE QUALITY OF THEIR HABITAT ON THE EXAMPLE OF THE BLACK SEA

Andrey V. Tsarev – Deputy Head of the Central Department of the *Fisheries Expertise and Standards for Conservation, Reproduction of Aquatic Biological Resources and Acclimatization (FSBI "TSUREN")*;

Elena O. Popova – Deputy Head of the Department of Scientific and Methodological support of Information Resources and Databases, *FSBI "TSUREN"*;

Oksana N. Erina – Candidate of Geographical Sciences, Head of the Laboratory of Hydrology of Rivers and Water Resources of the Department of Land Hydrology of the Geographical Faculty, *Lomonosov Moscow State University*

Addresses:

1. Central Directorate for Fisheries Expertise and Standards for the Conservation, Reproduction of Aquatic Biological Resources and Acclimatization – 125009, Moscow, Bolshoy Kislovsky Lane, 10, p. 1

2. Lomonosov Moscow State University – 119991, Russian Federation, Moscow, Leninskie Gory, 1

Annotation. The article provides a brief overview of the work devoted to the analysis of the current water quality standard for temperature. The article presents a retrospective analysis of the formation and development of the system of water quality regulation of water bodies both in Russia and abroad, an analysis of the regulatory legal framework governing the issue of establishing requirements for water quality standards. The analysis of stock data and literature sources on the study of the influence of temperature on the state of aquatic organisms, including ichthyofauna, is carried out. It was found that when approving the current temperature standard, no studies were conducted on marine ecosystems, and the peculiarities of the temperature regime of the southern seas were not taken into account. In order to develop reasonable proposals on the need to adjust the temperature standard, a program of integrated marine research in the Black Sea has been developed.

Keywords:

temperature regulation, temperature, Black Sea, temperature regulation in the USA, Canada, Great Britain, regional temperature regulation, desalination plants, thermal impact on marine ecosystems

For citation:

Tsarev A.V., Popova E.O., Erina O.N. Analysis of the impact of temperature changes on aquatic biological resources and the quality of their habitat on the example of the Black Sea // *Fisheries*. 2023. No. 6. Pp. 53-57.
DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-53-57 EDN mmgzkq

Вопрос опреснения морской воды в Причерноморском регионе остается актуальным [28]. При эксплуатации опреснительных установок в Черное море будет осуществляться сброс подогретых солоноватых вод [17].

В статье приведен краткий обзор имеющихся данных по влиянию сброса подогретых вод на водные организмы и среду их обитания, проблем нормирования такого сброса, а также анализ действующего норматива по температуре.

Среди экологических факторов одним из наиболее важных для жизни рыб и других водных организмов является температура. С температурой среды связаны процессы питания, размножения, миграций и поведения водных организмов. В сильной степени от нее зависит интенсивность обмена веществ в организме. Повышение температуры в известных пределах стимулирует развитие микрофлоры, ход процессов самоочищения, ускоряет обмен веществ и потребление кислорода. При медленном изменении температуры до неблагоприятной рыба уходит с данного участка, а при резком – может погибнуть. Разные виды организмов реагируют на изменение температуры неодинаково [7]. К тому же на разных широтах (климатических зонах) влияние температурного фактора неодинаково. Наиболее чувствительны к изменениям (повышению) температуры гидробионы северных широт, в отличие от обитателей южных морей [21].

В целях рационального использования природных ресурсов, сохранения естественных экологических систем, генетического фонда водных орга-

низмов, в системе действующего природоохранного законодательства устанавливается норматив качества водной среды по температуре.

Впервые требования к качеству воды рыбохозяйственных водоемов были разработаны в 60-х годах XX века лабораторией ВНИОРХ под руководством А.Г. Гусева, на основе проведения большого количества полевых и экспериментальных работ на пресноводных объектах [10]. Изучалось влияние сточных вод и их компонентов на рыб, представителей планктона и бентоса [11]. Согласно полученным результатам этих работ, были сформулированы задачи нормирования по температуре, как «недопущение создания в рыбохозяйственных водоемах таких температур, которые нарушили бы нормальную жизнедеятельность гидробионтов. Таких нарушений можно избежать, если температура поверхностных слоев воды водоема, под влиянием тепловых загрязнений, не будет повышаться по сравнению с природной в летний период больше чем на 3°C, а в зимний период – на 5°C. Подогрев всей массы воды недопустим также как и нагрев поверхностных слоев летом выше 25-30°C» [9].

В 1958 г. эти требования были утверждены Минрыбпромом в качестве «Временных правил охраны рыбохозяйственных водоемов от загрязнения». В 1961 г. они вошли в общесоюзные правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. Таким образом, в нормативно-правовом акте были впервые сформированы и закреплены основные требования к температурному режиму водных объектов [19].

В настоящее время, практически в неизменном виде, эти требования изложены в приказе Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»:

Температура воды не должна повышаться под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод) по сравнению с естественной температурой водного объекта более чем на 5°C, с общим повышением температуры не более чем до 20°C летом и 5°C зимой для водных объектов, где обитают холодолюбивые рыбы (лососевые и сиговые) и не более чем до 28°C летом и 8°C зимой в остальных случаях. В местах нерестилищ налима запрещается повышать температуру воды зимой более чем на 2°C.

При этом, норматив качества воды или ее природные свойства должны соблюдаться в максимально загрязненной струе контрольного створа на расстоянии (для акватории – в радиусе) не далее 500 м от места сброса сточных вод.

Анализ действующих требований по соблюдению температурного режима, при сбросе сточных вод в водные объекты рыбохозяйственного значения, позволил сделать следующие выводы:

- норматив был разработан в середине XX в. и с момента его разработки не уточнялся;
- норматив был разработан на основании результатов исследований пресноводных объектов (рыб, представителей планктона и бентоса) и не отражает различия между пресной и морской средой обитания;

- норматив был разработан на основании результатов исследований обитателей средних широт (умеренной климатической зоны), без учета различных климатических особенностей;

- не проведены исследования на представителях различных трофических звеньев водного объекта (микроорганизмы, фито-, зоопланктон, фитобентос, зообентос), за исключением рыб.

Помимо этого, действующий норматив по температуре содержит некорректные формулировки (например, «естественная температура водного объекта», «общее повышение температуры»), не имеющие методической основы.

В то же время необходимо отметить, что изучение влияния температуры на состояние гидробионтов и среду их обитания продолжается. В современных исследованиях (как российских, так и зарубежных) отмечается, что температура играет решающую роль не только в физиологических процессах, но и поведенческих реакциях рыб и других обитателей водных экосистем (исследования Голованова, 2014; Coutant, 1977; Jobling, 1981; Алабастер, Ллойд, 1982; Cherry, Cairns, 1982 и др.) [6; 18; 23].

Однако, как ранние исследования, так и современные выполняются в основном на пресноводных объектах [16; 7; 18; 20]. Комплексные работы по изучению влияния температурного фактора на состояние представителей всех тро-

фических звеньев морских экосистем отсутствуют. Обзор зарубежных исследований по влиянию опреснительных установок на морские экосистемы (опреснительные установки Алжира, Ливии, США, Израиля, ОАЭ, Испании) также показал, что при проведении исследований чаще всего выбираются отдельные группы морских обитателей, комплексные исследования на представителях всех трофических звеньев морских экосистем отсутствуют. При этом в большинстве случаев авторами отмечается незначительное локальное воздействие сброса подогретых соленых вод в море от опреснительных установок [12; 13; 16; 24; 25; 26; 27].

Анализ зарубежного опыта (стран Европы и Северной Америки) нормирования теплового воздействия на водные объекты показал, что в большинстве рассмотренных нормативно-правовых актов нормирование теплового воздействия носит относительный характер, и допустимая температура сбрасываемых сточных вод, как правило, устанавливается на уровне отклонения от средней температуры воды в нарушенных водных объектах для каждого из месяцев года по региону. Также следует отметить использование регионального подхода нормирования теплового воздействия (для стран с наличием различных климатических зон).

В Великобритании (Англии и Уэльсе) нормирование температуры сточных вод осуществляется следующим образом: разница в температуре воды между водозабором из водного объекта и температурой сточных вод не должна превышать 8°C. При этом максимально допустимое значение температуры сточных вод составляет 25°C, тогда как минимальное значение не установлено [20].

В Шотландии температура воды сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, не должна отличаться более чем на 2 градуса от средней температуры воды за месяц для водных объектов с высоким экологическим статусом (аналог высшей рыбохозяйственной категории в России) и не более чем на 3 градуса – для остальных водных объектов. При этом существует и верхняя температурная граница для сточных вод, которая равна температуре воды в водных объектах региона 98% обеспеченности (то есть той температуре воды, которая не превышается в 98% случаях из ста, для Шотландии такая температура воды составляет 28-32°C [22]).

В Соединенных Штатах Америки нет единого правила нормирования температуры сточных вод, и каждый штат самостоятельно устанавливает законодательные требования на основе национальных Методических рекомендаций. При разработке нормативов термического воздействия анализируется видовой состав рыб и их чувствительность к термическому шоку. Среди проанализированных требований нескольких штатов с разными климатическими условиями и с разным уровнем рыбохозяйственной ценности (Джорджия, Висконсин, Вашингтон, Невада) были выявлены общие черты. Так, для водных объектов с высокой рыбохозяйственной значимостью (места обита-

ния и нереста лососевых видов рыб) не допускается превышение среднемесячной температуры воды в водных объектах штата. Для водных объектов с меньшей рыбохозяйственной ценностью допустимое отличие температуры сточных вод от среднемесячной температуры воды в водных объектах составляет не более 2 градусов по Фаренгейту (около 1,2°C). При этом различие температуры воды между забором и сбросом не должно превышать 5 градусов по Фаренгейту (около 3°C). Максимальная допустимая температура сточных вод устанавливается в зависимости от климатических условий и составляет 23-32°C [3; 4].

В Канаде также используется региональный подход, и каждая провинция вправе либо установить свои ограничения для термического воздействия на водные объекты, либо использовать национальные стандарты. В качестве основы используется максимальная температура воды в водных объектах за конкретную неделю года, которая не должна превышаться в сточных водах в регионах обитания ценных видов рыб (лососевые), и может отличаться на 2-3°C в остальных случаях. В некоторых провинциях устанавливаются как максимальные, так и минимальные значения температуры воды, как правило, в зонах обитания и размножения особо ценных видов рыб [8].

Вопрос воздействия сброса подогретого соленого концентратса в морские водные объекты и его нормирование в последнее время приобретает все большую актуальность, в связи с возможным строительством опреснительных установок в Черном море [28].

Многолетние гидрологические исследования показывают, что температура воды во всех морях России растет в последние 40 лет. Температура воды Черного моря увеличивается со скоростью до 0,52°C в 10 лет [1]. В настоящее время средняя температура воды Черного моря в летний период местами может достигать 30°C, а зимой поднимается до 10°C [2; 14].

Действующие нормативы по температуре устанавливают требование, как уже упоминалось выше, о не превышении температуры воды водного объекта при сбросе сточных вод, по сравнению с естественной температурой водного объекта более чем на 5°C, с общим повышением температуры не более чем до 28°C летом и 8°C зимой.

Таким образом, в настоящих условиях складывается ситуация, когда соблюдение требований установленного норматива по температуре не представляется возможным по объективным причинам.

Для более корректного и объективного нормирования температуры предлагается внесение изменений в действующий норматив по температуре.

Реализация данной инициативы возможна двумя путями:

- **внесение более четкой формулировки в действующий общероссийский норматив по температуре с учетом разделения на климатические зоны;**

- **установление регионального норматива для южных морей.**

В основу предложений о внесении изменений в действующие нормативные требования по температуре должны быть положены данные государственного экологического мониторинга. Однако для обоснования максимально допустимого температурного воздействия на всех представителей трофических звеньев морской экосистемы требуется проведение комплексных исследований, в соответствии с требованиями действующих Методических указаний № 695 [15].

Результаты исследования позволят получить более четкое представление о последствиях теплового воздействия на морские экосистемы и их компоненты, с целью обоснования предложения по корректировке действующего норматива качества по показателю «температура».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов в работу: Царёв А.В. – идея работы, окончательная проверка статьи; Попова Е.О. – сбор и анализ данных, подготовка статьи Ерина О.Н. – сбор и анализ данных.

The authors declare that there is no conflict of interest.

The authors' contribution to the work: Tsarev A.V. – the idea of the work, the final verification of the article; Popova E.O. – data collection and analysis, preparation of the article; Erina O.N. – data collection and analysis.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Adobovskiy V.V. et al. (2011). Reactions of aquatic ecosystems of the northwestern Black Sea region on the climate anomalies // Proc. 3-rd Bi-annual Conf. (Odessa, 1-4 Nov. 2011). Odessa.
2. Белокопытов В.Н. О климатической изменчивости термохалинной структуры Черного моря // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу. 2013. №. 27. С. 226-230.
3. Water Quality Standards Handbook. Chapter 3: Water Quality Criteria. Environmental Protection Agency, USA. 2003. 57 p.
4. Washington Department of Ecology (WDOE). (2002). Evaluating Standards for Protection Aquatic Life in Washington's Surface Water Quality Standards, Temperature Criteria, Draft Discussion Paper and Literature Summary. Pp.17-30.
5. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск: Изд-во Белорус. ун-та. 1956. 253 с
6. Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных / ответственный редактор Г. А. Моксул. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т. 2022. 132 с.
7. Температурные критерии жизнедеятельности пресноводных рыб. Москва: Полиграф-Плюс. 2013. 300 с.
8. Guidance document: Environmental effects assessment of freshwater thermal discharge. / Environmental Protection Operations Division (Ontario), Environmental Stewardship Branch, Environment and Climate Change Canada. 2019. 170 p.
9. Гусев А.Г. Охрана рыболовственных водоемов от загрязнения. – Пищевая Промышленность. 1975. 367 с.
10. Гусев А.Г. Методическая схема комплексных исследований влияния сточных вод, их компонентов и других загрязнителей на водные организмы, рыболовственные водоемы и установление в них ПДК вредных веществ. – «Известия ГосНИОРХ». 1971. т. 78, с. 29-43;
11. Гусев А.Г. Научные и практические итоги и перспективы исследований в области санитарной охраны рыболовственных водоемов. В кн.: Научная сессия ГосНИОРХ. Л. 1967. с. 59-61.
12. El-Hajaji A.H.S. Desalination Technologies and Environmental Aspects: Case Study in Libya. – Liverpool John Moores University (United Kingdom). 2018.
13. Kamal Mohammedi, Anissa Talamali, Youcef Smaili, Imane Saadoun, Aomar Ait-Aider. Environmental Impact of Seawater Desalination

- Plants: Case Study in Algeria. American Journal of Environmental Protection. Vol. 2, No. 6, 2013. Pp. 141-148.
14. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2019. Под ред. Коршенко А.Н. Москва: «Наука». 2020. 232 с.
15. Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения, утвержденные приказом Федерального агентства по рыболовству от 4 августа 2009 г. № 695.
16. Mizutani D. (2016). Sustainable Options for Desalination: A look into Renewable Energies and Brine Disposal.
17. Кисель А.В. Опреснение морской воды Черного, Азовского и Каспийского морей методами мембранных технологий // Вестник науки. 2019. Т. 3. № 2 (11). С. 79-94.
18. Поведение рыб. / Материалы докладов V Всероссийской конференции. 8-9 ноября 2014 г., Борок, Россия. – Кострома: Костромской печатный дом. 2014. 307 с.
19. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, утвержденные Минздравом СССР, Минводхозом СССР, Минрыбхозом СССР 16 мая 1974 г.
20. Standard rules SR2010No2 – Discharge to surface water: cooling water and heat exchangers/ The Environmental Permitting (England and Wales) Regulations. 2016. 7 p.
21. Стrogанов Н.С. Экологическая физиология рыб. М.: Изд-во МГУ. 1962. с.422.
22. Supporting Guidance (WAT-SG-85). Application of Standards to Thermal Discharges. Scottish Environmental Protection Agency. 2016. 12 p.
23. Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. – Борок: Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2019. Вып. 86(89). 102 с.
24. Kenigsberg C., Abramovich S., Hyams-Kaphzan O. (2020). The effect of long-term brine discharge from desalination plants on benthic foraminifera //PLoS One. T. 15. №. 1. Pp. 227-589.
25. Sola I. et al. (2020). Sustainable desalination: Long-term monitoring of brine discharge in the marine environment //Marine Pollution Bulletin. T. 161. Pp. 111-813.
26. Dewar M. et al. (2022). Impact potential of hypersaline brines released into the marine environment for CCS reservoir pressure management //International Journal of Greenhouse Gas Control. T. 114. Pp. 103-559.
27. Purnama A., Shao D. (2015). Modeling brine discharge dispersion from two adjacent desalination outfalls in coastal waters // Desalination. T. 362. Pp. 68-73.
28. РИА новости Крым. Цена ошибки огромна: ученый РАН о рисках опреснения воды в Крыму. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ras.ru/digest/shownews.aspx?id=93dc4732-ee7c-4b0b-a319-4c1caa2d18c8>. (Дата обращения: 19.03.2021).
8. Guidance document: Environmental effects assessment of freshwater thermal discharge. / Environmental Protection Operations Division (Ontario), Environmental Stewardship Branch, Environment and Climate Change Canada. 2019. 170 p.
9. Gusev A.G. (1975). Protection of fishery reservoirs from pollution. – Food Industry. 367 p. (In Russ.).
10. Gusev A.G. (1971). Methodological scheme of comprehensive studies of the influence of wastewater, its components and other pollutants on aquatic organisms, fisheries reservoirs and the establishment of MPC of harmful substances in them. – "Izvestia GosNIORKh". vol. 78. Pp. 29-43. (In Russ.).
11. Gusev A.G. (1967). Scientific and practical results and prospects of research in the field of sanitary protection of fishery reservoirs. In: Scientific Session of GosNIORH. L. Pp. 59-61. (In Russ.).
12. El-Hajaji A.H.S. (2018). Desalination Technologies and Environmental Aspects: Case Study in Libya. – Liverpool John Moores University (United Kingdom).
13. Kamal Mohammedi, Anissa Talamali, Youcef Smaili, Imane Saadoun, Aomar Ait-Aider. (2013). Environmental Impact of Seawater Desalination Plants: Case Study in Algeria. American Journal of Environmental Protection. Vol. 2. No. 6. Pp. 141-148.
14. Sea water quality by hydrochemical indicators. Yearbook 2019. Ed. Korshenko A.N. Moscow: "Science". 2020. 232 p. (In Russ.).
15. Methodological guidelines for the development of water quality standards for water bodies of fishery significance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery significance, approved by Order of the Federal Agency for Fisheries dated August 4, 2009 No. 695. (In Russ.).
16. Mizutani D. (2016). Sustainable Options for Desalination: A look into Renewable Energies and Brine Disposal.
17. Kisel A.V. (2019). Desalination of seawater of the Black, Azov and Caspian seas by methods of membrane technologies // Bulletin of Science. Vol. 3. No. 2 (11). Pp. 79-94. (In Russ.).
18. Behavior of fish. / Materials of reports of the V All-Russian Conference. November 8-9, 2014, Borok, Russia. – Kostroma: Kostroma Printing House. 2014. 307 p. (In Russ.).
19. Rules for the protection of surface waters from sewage pollution, approved by the Ministry of Health of the USSR, the Ministry of Water Management of the USSR, the Ministry of Fisheries of the USSR on May 16, 1974. (In Russ.).
20. Standard rules SR2010No2 – Discharge to surface water: cooling water and heat exchangers/ The Environmental Permitting (England and Wales) Regulations. 2016. 7 p.
21. Stroganov N.S. (1962). Ecological physiology of fish. M.: Publishing House of Moscow State University. 422 p. (In Russ.).
22. Supporting Guidance (WAT-SG-85). Application of Standards to Thermal Discharges. Scottish Environmental Protection Agency. 2016. 12 p.
23. Proceedings of the I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences. – Borok: I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences. 2019. Issue 86(89). 102 p. (In Russ.).
24. Kenigsberg C., Abramovich S., Hyams-Kaphzan O. (2020). The effect of long-term brine discharge from desalination plants on benthic foraminifera //PLoS One. Vol. 15. No. 1. Pp. 227-589.
25. Sola I. et al. (2020). Sustainable desalination: Long-term monitoring of brine discharge in the marine environment //Marine Pollution Bulletin. Vol. 161. Pp. 111-813.
26. Dewar M. et al. (2022). Impact potential of hypersaline brines released into the marine environment for CCS reservoir pressure management //International Journal of Greenhouse Gas Control. vol. 114. Pp. 103-559.
27. Purnama A., Shao D. (2015). Modeling brine discharge dispersion from two adjacent desalination outfalls in coastal waters // Desalination. Vol. 362. Pp. 68-73.
28. РИА новости Crimea. The cost of the mistake is huge: a scientist of the Russian Academy of Sciences about the risks of desalination of water in the Crimea. [electronic resource]. – Access mode: <https://www.ras.ru/digest/shownews.aspx?id=93dc4732-ee7c-4b0b-a319-4c1caa2d18c8>. (Accessed: 03/19/2021). (In Russ.).

REFERENCES AND SOURCES

- Adobovskiy V.V. et al. (2011). Reactions of aquatic ecosystems of the northwestern Black Sea region on the climate anomalies // Proc. 3-rd Bi-annual Conf. (Odessa, 1-4 Nov. 2011). Odessa. (In Russ.).
- Belokopytov V.N. (2013). On the climatic variability of the thermohaline structure of the Black Sea // Ekologichna bezpeka priberezhno that shelf zones that complex vikoristannya resources shelf. No. 27. Pp. 226-230. (In Russ.).
- Water Quality Standards Handbook. Chapter 3: Water Quality Criteria. Environmental Protection Agency, USA. 2003. 57 p.
- Washington Department of Ecology (WDOE). (2002). Evaluating Standards for Protection of Aquatic Life in Washington's Surface Water Quality Standards, Temperature Criteria, Draft Discussion Paper and Literature Summary. Pp.17-30.
- Vinberg G.G. (1956). Intensity of metabolism and nutritional needs of fish. Minsk: Belarusian Publishing House. un-ta. 253 p. (In Russ.).
- Aquatic bioresources and aquaculture of the South of Russia: materials of the III All-Russian Scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists / executive editor G.A. Moskul. – Krasnodar: Kuban State University-T. 2022. 132 p. (In Russ.).
- Temperature criteria for the vital activity of freshwater fish. Moscow: Polygraph-Plus. 2013. 300 p. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 26.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 30.10.2023



Система национальных счетов: развитие в исторической ретроспективе¹

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-58-64 EDN uumfkl

Научная статья
УДК 330.534(075.8)

Колончин Кирилл Викторович – доктор экономических наук, директор Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия;

Титова Галина Дмитриевна – доктор экономических наук, профессор, академик Российской экологической академии, главный научный сотрудник Центра экономических исследований ФГБНУ «ВНИРО».

@ gdtitova@yandex.ru, Москва, Россия

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

Аннотация.

В статье обсуждается история становления системы национальных счетов (СНС), начиная с XV века и до наших дней. Показан вклад в развитие теории СНС (как основ политической арифметики) не только западных экономистов Л. Пачоли (XV), У. Петти (XVII век), Ф. Кенэ (XVII век), А. Маршала (XIX), но и российских экономистов XVII- XVIII веков, а также Советского Союза и России. В статье приводятся основные показатели современной СНС. Показано, что основным показателем оценки СНС в рыбном хозяйстве являются некультивируемые водные биологические ресурсы, оцениваемые как основной капитальный актив. Авторы считают, что требуется дальнейшее совершенствование СНС. На первом этапе работ перечень показателей целесообразно довести до системы, принятой органами государственной статистики в 2008 году.

Ключевые слова:

система национальных счетов (СНС), история развития, рыбохозяйственная деятельность, капитальные активы

Для цитирования:

Колончин К.В., Титова Г.Д. Система национальных счетов: развитие в исторической ретроспективе // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 58-64. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-58-64 EDN uumfkl

¹ При подготовке исторического экскурса, наряду с литературными источниками, приведенными в перечне литературы, использованы документы Интернет, находящиеся в открытом доступе.

SYSTEM OF NATIONAL ACCOUNTS: DEVELOPMENT IN THE HISTORICAL RETROSPECTIVE

Kirill V. Kolonchin – Doctor of Economics, Director of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia;
Galina D. Titova – Doctor of Economics, Professor, Academician of the Russian Academy of Economics, Chief Researcher of the Center for Economic Research VNIRO FSBI, @ gdtitova@yandex.ru, Moscow, Russia

Address: 19 Okruzhny proezd, Moscow, 105187

Annotation. The article discusses the history of the formation of the system of national accounts (SNA), from the XVII century to the present day. The contribution of not only Western economists L. Pacholi (XV century), W. Petty (XVII century), F. Quesnay (XVIII century), A. Marshal (XIX), but also Russian economists not only of the XVII- XVIII centuries, but also of the Soviet Union and Russia. The article presents the main indicators of the modern SNA. It is shown that the main indicator of the SNA assessment in fisheries is uncultivated aquatic biological resources, assessed as the main capital asset. The authors believe that further improvement of the SNA is required. At the first stage of the work, it is advisable to bring the list of indicators to the system adopted by the state statistics bodies in 2008.

Keywords:

system of national accounts, history of development, fisheries management, capital assets

For citation:

Kolonchin K.V., Titova G.D. The System of National Accounts: Development in Historical Retrospect // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 58-64. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-58-64 EDN uumfk1

ВВЕДЕНИЕ

История возникновения и развития системы национальных счетов (СНС) – это история непрерывного совершенствования экономической мысли и макроэкономической теории по таким концептуальным проблемам как определение сферы экономического производства, дохода и богатства, роль факторов производства в создании стоимости, распределении и перераспределении доходов, роль государства в экономическом процессе.

В самом общем смысле система национальных счетов (СНС) – это, используемая большинством государств мира (более 150-ти стран), макростатистическая модель описания и анализа национального хозяйства в виде определенного набора счетов, соответствующих трем фазам экономического оборота (производству, распределению и использованию национального богатства), с применением соответствующих балансовых таблиц. Иными словами, СНС – это система взаимоувязанных показателей, необходимых для описания и анализа макроэкономических процессов [1].

Национальные счета предназначены для представления систематической сводной информации об экономической деятельности, и были разработаны для облегчения практического применения экономической теории о национальном богатстве. На сводном уровне счета отражают ключевые экономические потоки: производство, доход, потребление, инвестиции и сбережения. На более детальном уровне они предназначены для представления статистической картины структуры экономики и детальных процессов, составляющих внутреннее производство и его распределение.

ИСТОРИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ

Как правило, обсуждая проблему возникновения СНС, большинство исследователей связывают

историю ее зарождения с 90-летним периодом, в начале которого в СССР была создана система показателей и таблиц, называемая балансом народного хозяйства (БНХ). Эта система нашла применение при составлении первого пятилетнего плана развития народного хозяйства (1928-1932 гг.). На Западе разработку подобной системы соотносят с периодом Великой депрессии (1929-1933 гг.).

Это не соответствует действительности. Историческая ретроспектива создания СНС уходит корнями в XV век, и связана с именем Луки Пачоли (1447-1517). Пачоли – итальянский ученый эпохи Возрождения, внесший огромный вклад в развитие математики и заложивший основы бухгалтерского учета, сохранившиеся до настоящего времени [2].

В 1493 г. Пачоли выпустил главный труд своей жизни – многотомник «Сумма арифметики, геометрии, отношений и пропорций». В состав этой работы входит и глава под названием «Трактат о счетах и записях». Именно этот Трактат и стал основой принципов бухгалтерии, действующих до настоящего времени.

Более трех столетий Трактат пылился на полках библиотеки Миланского университета, где и был обнаружен в 1869 году. Поэтому современный бухгалтерский учет и, связанная с ним, СНС используют труды Пачоли примерно полтора столетия, т.е. с момента обнаружения и изучения знаменитого «Трактата» и возведения бухгалтерского учета в статус науки.

За эти полтора столетия именем Пачоли названы десятки премий, университетских стипендий, грантов и медалей. В России, например, вручается медаль имени Луки Пачоли за заслуги в сфере совершенствования основ бухгалтерского учета.

К сожалению, имя Пачоли в трудах современных исследований, как правило, не упоминается.

Даже в наиболее полных работах по ретроспективному анализу процесса становления СНС исследователи [3; 4] относят его к началу XX века, в частности, к работе Дж. М. Кейнса (1883-1946), опубликовавшего в 1936 г. «Общую теорию занятости, процента и денег». При этом упускаются из виду не только западные создатели экономических теорий, но и практика создания и использования теорий по оценке национального богатства в России, по времени опередившая упомянутую выше работу Кейнса.

Авторы настоящей статьи полагают, что при несомненной значимости вклада Кейнса в создание современной экономической теории, нельзя упускать из виду не менее весомый вклад в становление экономической теории экономистов конца XV (Пачоли)-начала XVIII вв. – предшественников Кейнса, а также заслуги российских экономистов, создававших научную основу современной СНС.

Безусловный приоритет возможности применения экономико-статистических методов для описания и анализа национального хозяйства можно отнести к концу XVII века: именно тогда впервые в истории английский экономист Уильям Петти (1623-1687) оценил национальное богатство Англии [5].

В своем главном труде «Политическая арифметика» (1676) У. Петти писал, что вместо слов в сравнительной и превосходной степенях и аргументов спекулятивного характера, используемых экономистами (в частности, меркантилистами), он хочет выражаться при помощи чисел, мер и весов, пользоваться только аргументами, взятыми из чувственного опыта, и рассматривать только причины, обеспечивающие прирост национального богатства. В отличие от меркантилистов богатство, по мнению Петти, образуют не только драгоценные металлы и камни, включая деньги, но и земли страны, дома, корабли, товары и даже домашняя обстановка.

В результате анализа английский ученый выделил четыре фактора, определяющих богатство в системе его национального учета. Первые два фактора – это земля и труд. Они являются основными. Два других – квалификация работника и средства труда (орудия труда, запасы материалов и деньги). Эти факторы не являются основными, поскольку не могут существовать самостоятельно, без первых двух, т. е. без труда и земли.

Петти был первым экономистом, подсчитавшим национальное богатство Англии, которое составляло в его время около 250 млн фунтов стерлингов. В состав национального богатства входила стоимость земли и другого имущества – домов, сооружений, скота и т.п. Количество денег же не превышало 3% всего совокупного богатства страны.

Уильям Петти утверждал, что не следует накапливать деньги, так как они не являются богатством. Деньги необходимо пускать в постоянный оборот. Ученый ввел понятие денежной массы, необходимой для организации процесса обращения денег в стране. Он обратил внимание на то, что увеличение скорости оборота денег уменьшает

потребность в них. Чем в большем количестве товарных сделок участвуют деньги, тем меньше их можно выпускать в обращение.

В создании теории СНС большой вклад внес и выдающийся французский экономист, основатель школы физиократов Франсуа Кенэ (1694-1774). На заре развития экономической науки основоположник школы физиократов Франсуа Кенэ создал «Экономическую таблицу» (1758), явившуюся гениальным выражением мысли человека [6]. В 2023 г. исполнилось 265 лет с момента опубликования этой таблицы, однако идеи, заложенные в ней, не только не померкли, а приобрели еще большую ценность. Франсуа Кенэ – первый экономист, начавший рассматривать жизнь страны с общей народнохозяйственной точки зрения.

В 1758 г. Ф. Кенэ, теоретически обобщив статистический материал по экономике Франции, опубликовал первую формализованную модель национального хозяйства в виде экономической таблицы. Работа Ф. Кенэ «Экономическая таблица» стала первым опытом макроэкономического моделирования. Основа экономической жизни – постоянно повторяющийся кругооборот общественного продукта и денежных доходов. Продукт, произведенный различными классами общества, обменивается и распределяется между ними таким образом, чтобы каждый класс имел все необходимое для продолжения своей деятельности. Впервые в истории экономической мысли Кенэ показал основные пути реализации общественного продукта, объединив многочисленные акты обмена в массовое движение денег и товаров.

Таблица Ф. Кенэ основывается на установлении балансовых пропорций между натуральными, то есть вещественными, и стоимостными, то есть денежными элементами производства.

В основу развития СНС изначально была заложена теория факторов производства, рассматривающая труд, землю, капитал и предпринимательскую деятельность в качестве равных участников производства национального продукта и дохода и, следовательно, равно имеющих право на соответствующее вознаграждение.

Чистый доход от земли составляет основу всех рассуждений Ф. Кенэ. Он находил справедливым предоставить 4/7 его в пользу собственников, 1/7 – в пользу духовенства и 2/7 – в пользу государства. Существование класса собственников он обосновывал необходимостью наличия сил для развития духовной культуры и управления государством.

В настоящее время система Кенэ имеет только исторический интерес: все ее главнейшие положения пали под ударами критики и воздействием других фактов. Никто более не верит в существование раз навсегда установленных законов общественной организации, а оптимистические надежды на действие разумно понимаемого интереса в экономике оказались иллюзиями.

Обсуждая проблему становления СНС, нельзя не упомянуть вклад в решение этой проблемы

английского экономиста Альфреда Маршалла (1842-1924). А. Маршалл – одна из наиболее выдающихся личностей в истории экономической мысли [7].

По влиянию на развитие экономической теории XX в. «Принципы экономической науки» (1925) А. Маршалла являются книгой по экономической теории прошлого, которая представляет интерес для изучающих микроэкономику и в настоящее время. В «Принципах экономики» ученый сформулировал определение чистого национального годового дохода, которое до сих пор лежит в основе расчета показателей СНС: сумма произведенных товаров и услуг, за вычетом израсходованных в производстве средств, а также амортизации основных средств производства, включая чистый доход от зарубежных инвестиций.

ВКЛАД РОССИИ В СОЗДАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИКИ: ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Что касается вклада России в создание СНС, то исторический экскурс подтверждает факты периодического проведения ревизий по наличию и использованию земельного фонда в России – основного национального богатства в конце XVI-начале XVIII века. Так, после потрясений Смутного времени, первый государь из династии Романовых – царь Михаил Федорович Романов (1596-1645) в начале своего царствования предпринял коренную ревизию российских земель и изучение платежеспособности населения (раньше, чем это сделал У. Петти).

Петр I (1672-1725) положил начало постоянному государственному контролю над использованием как земель, так и других национальных богатств. В этих целях он учредил Камер-коллегию (1717), которая ведала государственными доходами, сборами, пошлинами, недоимками и наблюдала за исполнением натуральных повинностей.

Начатое дело по оценке природных богатств России продолжили Павел I и Екатерина Великая [8].

Начало же зарождения истории государственной статистики в России относится к 30 июня 1804 г., когда был издан указ Сената, законодательно оформивший работы в области промышленной статистики. Этот указ был адресован как губернской администрации, так и владельцам фабрик и заводов [9].

Возникновение и развитие ведомственной статистики связано с деятельностью Министерства внутренних дел, при котором 4 марта 1858 г. было принято решение об устройстве Центрального статистического комитета.

Исторически формы отчетности и первые национальные бухгалтерские счета появились в 1802 г. в отраслях, подведомственных Министерству внутренних дел. Первый же баланс народного хозяйства (БНХ) был составлен по постановлению Совета Труда и Обороны 21 июля 1924 года.



ЗАРОЖДЕНИЕ СОВЕТСКОЙ СТАТИСТИКИ

Статистическая работа ведется с начала становления советской власти [9], когда в структуре Высшего Совета Народного Хозяйства был создан отдел статистики и переписи населения, который возглавил П.И. Попов (1872-1950). В мае 1929 г. был принят первый пятилетний план развития народного хозяйства на 1928-1932 гг., который был разработан с использованием СНС.

Как таковой СНС в СССР не существовало. Вместо него использовался Баланс народного хозяйства (БНХ), основанный на марксистских концепциях. Хотя методология СНС и БНХ различны, идеи и принципы, заложенные в них, схожи.

БНХ – это система сводных экономических показателей, характеризующих уровень, масштабы и темпы развития экономики, а также – инструмент анализа и прогноза, оперирующий укрупненными показателями и оценками.

Новая страница советской статистики была открыта решениями XX съезда КПСС (1956). На съезде была поставлена задача разработки экономической теории на основе анализа фактического положения дел в народном хозяйстве. Возобновились публикации статистических данных: после многолетнего перерыва, в 1956 г. был издан статистический сборник «Народное хозяйство СССР», который стал ежегодным.

После Второй мировой войны работы по БНХ были значительно расширены: созданы БНХ для союзных республик и межотраслевой баланс.

В 1957 г. Всесоюзное совещание статистиков одобрило новую схему БНХ, применявшуюся вплоть до 1990-х годов. Новый стандарт включал в себя ряд таблиц, содержащих показатели производства и использования материальных благ, доходов, расходов населения и т.д.

Первые попытки сопоставить СНС и БНХ были предприняты в 1970-1980-х годах. Тогда в БНХ были включены таблицы для расчета нематериальных услуг, а расчеты дохода населения производились по схемам СНС. Несколько позже данный стандарт стал использоваться в социалистических странах. Статистическая комиссия ООН проводила свои исследования по поиску взаимосвязей БНХ и СНС. Были выпущены своеобразные «переводчики», позволяющие переходить от одного стандарта к другому.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Первый стандарт современной СНС ООН (1953) – принципы ведения СНС – был опубликован в «Белой книге». Его ввели в США. Стандарт содержал, предложенные А. Маршаллом, подходы. Целью введения его была потребность органов государственного управления в информации, необходимой для разработки национальной экономической политики и принятия решений о мерах по регулированию рыночной экономики.

Второй стандарт СНС ООН (1968) – «Голубая книга» – включал, помимо основных расчетов национального продукта и дохода, показатели межотраслевых связей. Большинство стран мира ввели в национальную статистическую политику рекомендации «Голубой книги». СНС, кроме США, стала применяться в Англии, Франции, Голландии, Норвегии, Швеции.

Переход к стандарту СНС ООН 1993 года – «Зеленой книге» – следующий шаг на пути международной гармонизации современной СНС. СНС-1993 содержит три основных показателя совокупного объема производства: валовой внутренний продукт (ВВП), валовой национальный продукт (ВНП) и показатели совокупного дохода: национальный доход (НД), личный доход (ЛД), располагаемый личный доход (РЛД).

В дополнение к сказанному выше, следует отметить, что агрегированные показатели ВВП и роста экономики не отражают состояния окружающей среды и не дают адекватной оценки влияния состояния окружающей среды на здоровье и благосостояние человека.

Поэтому с 1968 г. Всемирный банк (ВБ) и ЮНЕП начали работу по формированию показателей для комплексного эколого-экономического учета (КЭЭУ). Система КЭЭУ была введена в 1993 г. Статистической комиссией ООН, которая подготовила для этого «Пособия по комплексному эколого-экономическому учету в системе национальных счетов – СНС-1993».

КЭЭУ постоянно совершенствуется, с учетом практики использования в разных странах. В 2003 г. Статкомиссия ООН, Международный валютный фонд и ВБ выпустили обновленный Справочник по КЭЭУ, в котором ставилась задача об учете услуг природных экосистем, приносимых человеку. Этот

раздел введен в Справочник в 2012 г. в ряде европейских стран после того, как они провели предварительную оценку услуг национальных экосистем.

РАЗВИТИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ СЧЕТОВ В РОССИИ: СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП

Внедрение СНС в России началось в 1990-х годах. После опубликования СНС-1993, работы по переходу к СНС ускорились. С тех пор основные макроэкономические характеристики (например, ВНП и ВВП) считаются по схемам СНС. Ежегодно Росстат публикует детальную информацию о национальных счетах Российской Федерации, содержащие не только ключевые показатели СНС, но и итоги годовой деятельности различных отраслей экономики.

В июле 2013 г. президент России подписал Указ о внесении изменений в закон о статистике, благодаря которому работа по внедрению СНС в практику хозяйственной деятельности приобрела высокий государственный статус. Переход на новый стандарт привел к пересчету всех макроэкономических показателей. Например, значительно вырос номинальный объем ВВП. Осуществление перехода – задача комплексная, она была связана с координацией деятельности разных органов власти.

Само упоминание СНС появилось в российском законодательстве относительно недавно, хотя российская статистика работала по схемам СНС последние 20 лет. Завершение разработки нового международного стандарта СНС, вне сомнения, приведет к активации деятельности отечественной статистической службы. Одно из условий по эффективному внедрению СНС ООН образца 2008 г. в российскую статистическую практику является осознание того, что необходима достаточно глубокая корректировка СНС-1993 ООН, поскольку после 1993 г. в мире произошло много экономических событий, которые необходимо было учитывать при создании отечественной СНС.

Обсуждая историю становления СНС, нельзя не упомянуть огромный вклад в создание и разработку СНС и ее последующее развитие в СССР, принадлежащий лауреату Нобелевской премии 1973 г. Василию Васильевичу Леонтьеву (1906–1999) за развитие метода «затраты-выпуск» и его применения для оценки разных ситуаций в экономике [10]. Анализ по методу «затраты-выпуск» признан классическим инструментом в экономике и В.В. Леонтьев, наравне с Дж. М. Кейнсом, считается ученым, внесшим самый крупный вклад в создание экономической науки XX века.

До раз渲ла Советского Союза, вследствие слабопродуманных экономических реформ, статистика, как механизм управления экономикой, была одним из самых надежных инструментов. Специалисты всего мира пользовались трудами СССР по теории СНС.

В августе 1991 г. произошел распад СССР. В России был взят курс на построение системы рыночных отношений. Государственный комитет



Российской Федерации по статистике (Госкомстатом России), стал правопреемником Госкомстата СССР, восприняв все лучшие традиции обеих организаций – Госкомстата СССР и Госкомстата РСФСР.

Госкомстат России оставался одним из немногих органов государственного управления, сохранившихся от административной системы. Статистика, как государственный институт, претерпела многоократные и кардинальные изменения, но это были изменения трансформационного характера, а не строительство «с нуля».

В организационном отношении статистическая деятельность в стране все в большей мере приобретала контуры межведомственной информационной системы. Система управления социально-экономическими процессами стала базироваться на интегрированных ресурсах, позволяющих существенно сократить временные и экономические издержки. Государственная статистика стала превращаться в основной элемент информационной системы общества, обеспечивающий органы государственной власти, деловые круги и общественность официальной статистической информацией о социальных, экономических, демографических, экологических и других явлениях.

Принятие в 2007 г. Федерального закона «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» (от 29 ноября 2007 г. № 282-ФЗ) [11] следует рассматривать как важнейшее событие в истории государственной статистики.

Во исполнение закона «Об официальном статистическом учете...» Росрыболовства приказом № 594 от 12.10.2022 утверждена «Методология по формированию информации об использовании в экономике некультивируемых водных биологических ресурсов в натуральном измерении и текущих рыночных ценах» [12], придавшая актуальность проблеме оценки ВБР, как природного

капитала в системе других капитальных активов, учитываемых в СНС.

С принятием закона «Об официальном статистическом учете...» в 2013 г. был анонсирован переход России на новую СНС образца 2008 года.

Анализ публикаций по оценке стоимости природных ресурсов, как капитальных активов в СНС, подтверждает необходимость подобной оценки [12; 13].

Система национальных счетов в России в настоящее время включает в себя следующие счета:

- счет товаров и услуг;
- счет производства;
- счет образования доходов;
- счет распределения первичных доходов;
- счет вторичного распределения доходов;
- счет использования располагаемого дохода;
- счет операций с капиталом.

Согласно Статистическому сборнику-2020 [14], основными показателями современной СНС, действующей с 2008 г., в России являются показатели, представленные в нижеследующей таблице.



Таблица. Характеристика показателей действующей в России Системы национальных счетов / **Table.** Characteristics of indicators of the current System of National Accounts in Russia

Показатель	Характеристика показателя
Валовой внутренний продукт (ВВП)	Стоимость товаров и услуг, созданных внутри страны с использованием национальных факторов производства за год. В этот показатель, для того чтобы исключить повторный счет, входит стоимость только готовой продукции, не используемой в дальнейшем перепроизводстве или перепродаже
Валовой национальный продукт (ВНП)	Стоимость товаров и услуг, созданных национальными предприятиями не только внутри страны, но и за ее пределами. Обычно разница между ВВП и ВНП незначительна (не больше 1%).
Чистый национальный продукт (ЧНП)	Представляет собой предыдущий показатель ВНП, уменьшенный на сумму амортизационных отчислений, так как они представляют собой израсходованные средства производства: ЧНП = ВНП - А (амортизация)
Национальный доход (НД)	Представляет собой предыдущий показатель ЧНП, уменьшенный на сумму косвенных налогов, так как они представляют собой не заработанный доход. Косвенные налоги – это акцизы, НДС, таможенные пошлины: НД = ЧНП - сумма косвенных налогов
Личный доход домохозяйств (ЛД)	В отличие от НД, это заработанный доход: ЛД = НД - налог на прибыль предприятий – взносы на социальное страхование – прибыль предприятий + сумма трансфертных платежей
Располагаемый доход (РД)	Представляет собой суммы, направляемые домохозяйствами на сбережения и потребление. Этот показатель меньше предыдущего показателя на сумму налогов с граждан: РД = ЛД - НФЛ

Построение счетов производства осуществляется по институциональным секторам экономики, к которым принадлежат:

- нефинансовые корпорации;
- финансовые корпорации;
- государственное управление;
- домашние хозяйства;
- некоммерческие организации, обслуживающие домашние хозяйства.

В условиях инфляции рассмотренные показатели не дадут реальной картины, если не будут скорректированы на уровень или индекс цен.

ВЫВОДЫ

Проведенный в статье анализ показал, что современная СНС представляет собой область знаний на стыке нескольких дисциплин (экономической статистики, политической экономии, бухгалтерского учета и эконометрики). В рыбохозяйственной деятельности в СНС, как основной капитальный актив, до сих пор учитываются лишь некультивируемые водные биологические ресурсы, что вызвано потребностью сохранить их запасы для устойчивого развития отрасли в целом. Вместе с тем, требуется дальнейшее совершенствование отраслевой СНС, направленной на создание методов расчета ВВП, ВНП, ЧНП, НД, ЛД и РД в рыбохозяйственной деятельности в целом.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: К.В. Колончин – идея статьи, ее план и корректировка подготовленного текста; Г.Д. Титова – подготовка статьи и обзора литературы, окончательное оформление статьи после получения замечаний соавтора.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: K.V. Kolonchin – the idea of the article, its plan and correction of the prepared text; G.D. Titova – preparation of the article and literature review, final design of the article after receiving the comments of the co-author.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Основные методологические положения системы национальных счетов. URL: 02.rosstat.gov.ru. (Дата обращения 16 октября 2023 г.).
2. Лука Пачоли. Биография основателя бухгалтерского учета. URL: <https://buhbook.net/buhgalterskij-uchet/istoriya-buhgalterskogo-ucheta/luka-pacholi-biografiya-osnovatelya-buhgalterskogo-ucheta-1445g-19-iyunya-1517g/?ysclid=llgadal8d6309683684>. (Дата обращения 16 октября 2023 г.).
3. Заварзина Л.С. Ретроспективный аспект формирования Системы национальных счетов. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН. 2015. URL: <https://h.120-bal.ru/ekonomika/12561/index.html>. (Дата обращения 16 октября 2023 г.).
4. Иванов Ю.Н., Казаринова С.Е., Каравеева Л.А. Основы национального счетоводства (международный стандарт СНС 2008 г.). Учебник. – М.: ИЦ ИНФРА. 2021. 399 с.
5. Аниkin A.B., Аниkin B.A. Уильям Петти. – М.: Экономика. 1986. 94 с.
6. Блауг М. Экономическая мысль в ретроспективе. – М.: Дело. 1994. С.22
7. Маршалл А. Принципы экономической науки в 3-х томах. – М.: Прогресс. 1993. 594 с.
8. Бутовский А.И. Опыт о народном богатстве или о началах политической экономии: Т. 1. – М.: Книга по Требованию. 2021. 567 с.
9. История Российской государственной статистики: 1811-2011 // Росстат. М.: ИИЦ «Статистика России». 2013. 143 с.
10. Гранберг А.Г. Василий Леонтьев в мировой и отечественной экономической науке // Экономический журнал ВШЭ. № 3. 2006. С. 471-492.
11. Федеральный закон «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» от 29.11.2007 N 282-ФЗ (последняя редакция).
12. Методология по формированию информации об использовании в экономике некультивируемых водных биологических ресурсов в натуральном измерении и текущих рыночных ценах. Утв. Приказом Росрыболовства № 594 от 12.10.2022. 48 с.
13. Гольденберг И.А. Оценка стоимости природных ресурсов в системе национальных счетов: проблемы и опыт статистических расчетов // ФГБУ: ИИИ РАН. 2006. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-stoimosti-prirodnyh-resursov-v-sisteme-natsionalnyh-schetov-problemy-i-opyt-statisticheskikh-raschetov-viewer> (Дата обращения 16 октября 2023 г.)
14. Статистический сборник. – М.: Росстат. 2020. 700 с.

REFERENCES AND SOURCES

1. The main methodological provisions of the system of national accounts. URL: 02.rosstat.gov.ru. (Accessed October 16, 2023).
2. Luca Pacioli. Biography of the founder of accounting. URL: <https://buhbook.net/buhgalterskij-uchet/istoriya-buhgalterskogo-ucheta/luka-pacholi-biografiya-osnovatelya-buhgalterskogo-ucheta-1445g-19-iyunya-1517g/?ysclid=llgadal8d6309683684>. (Accessed October 16, 2023).
3. Zavarzina L.S. Retrospective aspect of the formation of the System of National Accounts. – Ekate-rinburg: Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2015. URL: <https://h.120-bal.ru/ekonomika/12561/index.html>. (Accessed October 16, 2023).
4. Ivanov Yu.N., Kazarinova S.E., Karaseva L.A. (2021). Fundamentals of National Accounting (international standard of the 2008 SNA). Textbook. – M.: SIC INFRA. 399 p. (In Russ.).
5. Anikin A.V., Anikin V.A. (1986). William Petty. – M.: Economics. 94 p. (In Russ.).
6. Blaug M. (1994). Economic thought in retrospect. – M.: Delo. p.22. (In Russ.).
7. Marshall A. (1993). Principles of economic science in 3 volumes. – M.: Progress. 594 p. (In Russ.).
8. Butovsky A.I. (2021). Experience about the national wealth or about the beginnings of political economy: Vol. 1. – M.: Book on Demand. 567 p. (In Russ.).
9. The history of Russian state statistics: 1811-2011 // Rosstat. M.: IIC "Statistics of Russia". 2013. 143 p.
10. Granberg A.G. (2006). Vasily Leontiev in world and domestic economic science // Economic Journal of the Higher School of Economics. No. 3. pp. 471-492. (In Russ.).
11. Federal Law "On Official Statistical Accounting and the system of State statistics in the Russian Federation" dated 29.11.2007 N 282-FZ (latest edition).
12. Methodology for the formation of information on the use of uncultivated aquatic biological resources in the economy in natural terms and current market prices. Rosrybolovstvo Decree No. 594 dated 12.10.2022. 48 p.
13. Goldenberg I.A. Estimation of the value of natural resources in the system of national accounts: problems and experience of statistical calculations // FSBI: INN RAS. 2006. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-stoimosti-prirodnyh-resursov-v-sisteme-natsionalnyh-schetov-problemy-i-opyt-statisticheskikh-raschetov-viewer> (Accessed October 16, 2023)
14. Statistical collection. – Moscow: Rosstat. 2020. 700 p.

Материал поступил в редакцию / Received 05.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 14.10.2023



О потреблении рыбной продукции населением России

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-65-74 EDN dtzhes

Научная статья
УДК 641.1

Балашов Валентин Валентинович – Межрегиональная ассоциация прибрежных рыбопромышленников Северного бассейна (МАПРСБ), @ vterminal612@gmail.com, Мурманск, Россия

Волвенко Игорь Валентинович – доктор биологических наук, Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), @ oknevlov@gmail.com, Владивосток, Россия

Зиланов Вячеслав Константинович – кандидат биологических наук, профессор, почетный доктор МГТУ, академик МАНЭБ, @ vkzilan@mail.ru, Москва, Россия

Фомин Александр Владимирович – кандидат биологических наук, Ассоциация производственных и торговых предприятий рыбного рынка (Рыбная ассоциация), @ a.fomin63@mail.ru, Москва, Россия

Яновская Нина Владимировна – Центр экономических исследований ФГБНУ «ВНИРО», @ interstat@vniro.ru, Москва, Россия

Адреса:

1. Межрегиональная ассоциация прибрежных рыбопромышленников Северного бассейна (МАПРСБ) – 183038, Мурманская область, город Мурманск, проспект Ленина, 43
2. Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») – 690091, г. Владивосток, переулок Шевченко, дом 4
3. Ассоциация производственных и торговых предприятий рыбного рынка (Рыбная ассоциация) – 121614, Россия, г. Москва, Крылатские холмы, д. 47, офис 3
4. ФГБНУ «ВНИРО» – 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация.

В статье анализируется история вылова, производства пищевой рыбной продукции и среднедушевого ее потребления населением России, а также их значение для реализации Доктрины продовольственной безопасности. Рассматривается отечественная методика расчета потребления населением рыбопродукции, сравнивается с методиками других стран и международных межправительственных организаций. Приводятся данные по среднедушевому потреблению рыбы и рыбопродукции в России и в ряде государств с развитым рыбным хозяйством и рыночной экономикой. Предложены меры, направленные на увеличение потребления рыбопродукции населением России.

Ключевые слова:

вылов водных биоресурсов, продовольственная безопасность, рыбное хозяйство, среднедушевое потребление рыбной продукции, государственное управление, экспортная и импортная политика в рыбной отрасли, производство пищевой рыбной продукции, покупательная способность населения

Для цитирования:

Балашов В.В., Волвенко И.В., Зиланов В.К., Фомин А.В., Яновская Н.В. О потреблении рыбной продукции населением России // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 65-74. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-65-74 EDN dtzhes

ABOUT CONSUMPTION OF FISH PRODUCTS BY THE POPULATION OF RUSSIA

**Valentin V. Balashov – Interregional Association of Coastal Fishermen of the Northern Basin (MAPRSB),
 @ vterminal612@gmail.com, Murmansk, Russia**

Igor V. Volvenko – Doctor of Biological Sciences, Pacific Branch of VNIRO (TINRO), @ oknevlov@gmail.com, Vladivostok, Russia

**Vyacheslav K Zilanov – Candidate of Biological Sciences, Professor, Honorary Doctor of MSTU, Academician of MANEB,
 @ vkzilan@mail.ru, Moscow, Russia**

**Alexander V. Fomin – Candidate of Biological Sciences, Association of Industrial and Commercial Enterprises of the Fish Market
 (Fish Association), @ a.fomin63@mail.ru, Moscow, Russia**

Nina V. Yanovskaya – Center for Economic Research of VNIRO Federal State Budgetary Institution, @ interstat@vniro.ru, Moscow, Russia

Addresses:

1. *Interregional Association of Coastal Fishermen of the Northern Basin (MAPRSB)* – 183038, Murmansk region, Murmansk city, Lenin Avenue, 43

2. *Pacific branch of VNIRO (TINRO)* – 690091, Vladivostok, Shevchenko Lane, 4

3. *Association of industrial and commercial enterprises of the fish market (Fish Association)* – 121614, Moscow, Krylatsky hills, 47, office 3

4. *VNIRO* – 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19

Annotation. The article analyzes the history of fishing, production of food fish products and its per capita consumption by the population of Russia, as well as their significance for the implementation of the Doctrine of Food Security. The domestic method of calculating the consumption of fish products by the population is considered, compared with the methods of other countries and international intergovernmental organizations. The data on the average per capita consumption of fish and fish products in Russia and in a number of countries with developed fisheries and market economy are presented. Measures aimed at increasing the consumption of fish products by the population of Russia are proposed.

Keywords:

catch of aquatic biological resources, food security, fisheries, per capita consumption of fish products, public administration, export and import policy in the fishing industry, production of fish food products, purchasing power of the population

For citation:

Balashov V.V., Volvenko I.V., Zilanov V.K., Fomin A.V., Yanovskaya N.V. (2023). About consumption of fish products by the population of Russia // Fisheries. No. 6. Pp. 65-74. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-65-74 EDN dtzhes

На протяжении своей более чем тысячелетней истории Россия, для обеспечения населения продовольствием, особенно белками животного происхождения, традиционно использовала рыбу, беспозвоночных животных, морского зверя и другие водные биоресурсы. Этому благоприятствовали значительные природные запасы гидробионтов в реках, озерах и на морских побережьях акваториях. Поэтому, независимо от формы правления и государственного устройства, по вылову рыбы и производству рыбопродукции она неред-

ко входила в десятку ведущих рыболовных государств мира.

Российская империя максимального вылова рыбы и других гидробионтов – 859 и 1180 тыс. т достигла в 1910 и 1913 годах, занимая второе место в мире и уступая только владычице морей того времени – Великобритании, вылов которой в 1913 г. составлял 1250 тыс. т [1].

В советский период, с началом освоения запасов водных биоресурсов не только в своих континентальных и морских водоемах, но и в Мировом океане, СССР нарастил вылов до 10,4 млн т, и в 1975 г. вышел на первое место в мире, опередив традиционного лидера мирового рыболовства тех лет – Японию. В 1988 г. Советский Союз увеличил вылов гидробионтов до рекордных 11,5 млн т, 70-75% которых приходились на РСФСР [2-6; 36; 40]. Наивысшего вылова Россия советского периода в современных границах достигла в 1986-1988 годах – 8,2-8,3 млн т (рис. 1).

Новая рыночная Россия – Российская Федерация (РФ), в силу ряда причин, прекратила рыболовство во многих районах Мирового океана, и отечественное рыболовство сосредоточилось на внутренних континентальных водоемах, в 200-мильной исключительной экономической зоне (ИЭЗ) и на континентальном шельфе. Все это, а также часто меняющиеся правовые механизмы по наделению частных пользователей долями-квотами на вылов, привело к резкому сокращению общего вылова [4-12].

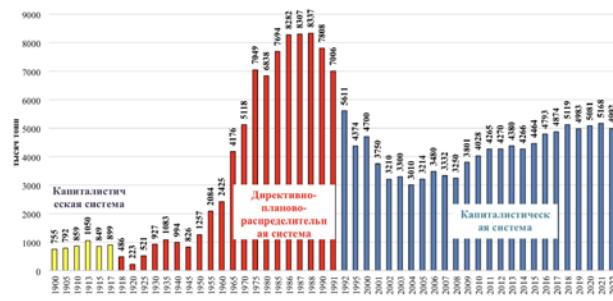


Рисунок 1. Вылов водных биоресурсов Российской империи (1900-1917 гг.); России/РСФСР советского периода (1918-1991 гг.) и Российской Федерации (1992-2022 гг.)

Figure 1. Catch of aquatic biological resources of the Russian Empire (1900-1917); Russia/RSSSR of the Soviet period (1918-1991) and the Russian Federation (1992-2022)

Таблица 1. Вылов водных биоресурсов в Российской империи, Советском Союзе, и Российской Федерации / **Table 1.** Catch of aquatic biological resources in the Russian Empire, the Soviet Union, and the Russian Federation

Страна	Российская империя	Советский Союз	Российская Федерация
Год	1910	1913	1975
Вылов, тыс. т	859,1	1180,0	10356,9
Население, млн чел.	160,7	170,9	253,3
Вылов, кг/чел.	5,3	6,9	40,0
			40,5
			36,7
			36,6

В начале внедрения рыночной экономики российский вылов сократился с 7,7-6,9 млн т в советский период 1990-1991 годов до минимального – 3,1 млн т в 2004 году. Такое катастрофическое падение было обусловлено не только переходом к рыночным отношениям, но также введением аукционной системы распределения квот, потерей управляемости всей системой рыбного хозяйства на федеральном уровне и целым рядом других факторов. В результате РФ в конце 20-го и в начале 21-го века в мировом табеле рыболов-

ных держав опустилась с первого-второго места на восьмое.

В дальнейшем РФ, приняв Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 2004 г. и внедрив исторический принцип наделения пользователей долями-квотами на вылов водных биоресурсов, на долгосрочной основе начала наращивать вылов, доведя его в 2020-2021 годах до 5,4 млн т, что вернуло ее в первую пятерку рыболовных стран мира [13; 32]. В достижении этих результатов велика роль

Таблица 2. Баланс использования рыбного сырья и расчет потребления рыбы и рыбопродукции на душу населения в СССР на примере 1988 года / **Table 2.** Balance of use of fish raw materials and calculation of consumption of fish and fish products per capita in the USSR on the example of 1988

БАЛАНС ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЫБНОГО СЫРЬЯ		
№ п/п	Показатели	1988 г. отчет (тыс.тонн)
1	Остаток на начало года	146,37
2	Улов рыбы и морепродуктов	10806,97
3	Прочие поступления (от других организаций)	539,30
4	Остаток незавершенного произ-ва на конец года	113,67
5	Итого ресурсы	11378,97
6	Направлено сырья:	
	6.1. На пищевые цели:	7864,09
	на выпуск консервов	1296,81
	на выпуск пищевой продукции	6567,28
	6.2. На технические цели:	3499,55
	на производство муки	2544,98
	на кори скоту	936,78
	6.3. Прочая техническая продукция	17,79
7	Транспортные потери	2,50
8	Прочие расходы (брак, нестандартная продукция)	11,83
9	Зарыбление	1,00
10	Уд.вес сырья направленного на пищевые цели %	
	от ресурсов	69,1
	от улова	72,8
11	% использования сырья	100,0
	На пищевые цели %	69,1
	На выпуск консервов .	11,4
	На выпуск пищевой продукции	57,7
	На технические цели %	30,8
	Прочие %	0,1

ПРОИЗВОДСТВО ПИЩЕВОЙ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ И РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ «РЫБХОЗА СССР НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ СССР»			
№ п/п	Показатели	Единица измерения	1988 г.
1	Численность населения	млн .чел.	284,5
2	Товарный выпуск пищевой рыбопродукции и рыбных консервов	тыс.т.	5183,53
	в том числе:		
	рыбопродукция	тыс.т.	4172,11
	рыбоконсервы	тыс.т.	1011,42
	рыбоконсервы (по 350 г)	муб.	2889,76
3	Направлено рыбы и сельди и морепродуктов (без отходов) на производство - всего	тыс .т	7864,09
	в том числе:		
	а) пищевая продукция	тыс.т.	6567,28
	б) консервы	тыс.т.	1296,81
4	Удельный расход сырья (всей продукции)	тыс.т.	1,517
5	Пищевой продукции	тыс.т.	1,574
6	Консервов	кг на усл.б.	0,449
7	Производство пищевой продукции на душу населения	кг	18,22
	в том числе:		
	рыбопродукции	кг	14,66
	рыбных консервов	кг	3,56
	рыбных консервов	усл.б.	10,16

также и природных факторов, поскольку на последние десятилетия пришла стабильность, а в ряде районов рост численности, самых массовых рыб – минтая, лососей, сельди, сардины-иваси, скумбрии, трески и других объектов рыболовства, которые традиционно составляют основу вылова российского флота.

Для сопоставления значимости вылова гидробионтов в разные исторические периоды для населения страны, в таблице 1 приводятся данные о вылове на человека в год в Российской империи, СССР и РФ в сопоставлении с численностью населения. Расчеты выполнены для тех лет, для которых вылов гидробионтов был максимальным.

Как видно из этих данных, наивысший показатель вылова на человека в год был в Советском Союзе. Ненамного от него отстает РФ. Самые низкие показатели приходятся на Российскую империю. Полагаем, что последнее могло быть обусловлено недостаточностью учета уловов для того периода. Можно предположить, что эти данные занижены, по крайне мере не менее чем в три раза.

В Российской империи, как и в мировой практике того периода, не существовало такого показателя как потребление рыбы и рыбопродукции населением на человека в год. Впервые он был введен в стране в советское время после Великой отечественной войны, когда перед рыбной отраслью была поставлена задача обеспечения населения страны белками животного происхождения, в том числе и за счет рыбной продукции.

За сравнительно короткий период рыбная отрасль, в результате наращивания вылова и производства пищевой рыбной продукции, увеличила ее поставки на внутренний рынок. Это позволило довести ее потребление населением до 17,6 кг/чел/год в семидесятые годы прошлого века [14];

33]. В дальнейшем, с продолжением роста вылова, потребление рыбы и рыбопродуктов было доведено до рекомендованной тогда Минздравом СССР нормы – 18,5 кг/чел/год. Для России того периода, в существующих сегодня границах, этот показатель был еще выше. Он составлял более 25 кг/чел/год.

Пример того, как в советский период составлялся баланс расхода рыбного сырья и расчета потребления рыбы и рыбопродукции представлен в таблице 2.

Созданная в 50-80-е годы прошлого столетия Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций (ФАО) начала рассчитывать и публиковать данные о потреблении рыбы разными государствами по единой, разработанной этой организацией, методике. Этот показатель ФАО рассчитывает в сырце, а не в пищевой рыбопродукции, пригодной к употреблению. Как поясняет ФАО, такой показатель «видимого, кажущегося» потребления (apparent consumption) представляет собой объем производства за вычетом непродовольственного использования и экспорта с прибавлением импорта и прибавлением запасов» [15; 16]. При всех недостатках показателя ФАО, он позволяет сравнивать потребление водных биоресурсов в динамике за ряд лет и в сопоставлении между разными странами в разных регионах мира.

Следует отметить, что многие государства, у которых развито рыболовство и велико значение рыбы и рыбопродуктов в питании населения, осуществляют учет потребления, как правило, в весе съедобной части водных биоресурсов по национальной методике. Эти данные естественно отличаются от данных ФАО (табл. 3).

В соответствии с последними опубликованными данными ФАО по вылову и потреблению

Таблица 3. Среднедушевое потребление (кг/чел/год) в России и других странах в 2020 г., рассчитанное разными методами / **Table 3.** Average per capita consumption (kg/person/year) in Russia and other countries in 2020, calculated by different methods

Страна	Методика ФАО ¹ (вес сырца)	Национальная методика	Особенности национальной методики
Норвегия ²	50,18	19,5	Вес продукта количество рыбы и рыбной продукции в том виде, в котором они приобретаются.
Япония ³	46,2	23,5	Потребление на душу населения основано на чистом запасе продовольствия на человека. За исключением частей не предназначенных для потребления. Включая непроданные продукты питания в магазинах и выброшенные дома продукты из-за истечения срока годности.
Китай ⁴ , городское население	39,91	16,6	Вес продукта – количество рыбы и рыбной продукции в том виде, в котором они приобретаются.
Китай ⁴ , сельское население		10,3	
Российская Федерация	21,71	17,3	За объем ресурсов на внутреннем рынке принимается пищевая продукция за вычетом свежей и охлажденной рыбы, плюс импорт пищевой продукции. Потребление по Росстату 20,0 кг в весе сырца, 22,2 кг – по домохозяйствам в весе сырца; 17,3 кг – в товарном весе

Примечания: ¹ Источник данных [https://www.fao.org/faostat..](https://www.fao.org/faostat/) ² Источник данных <https://www.statista.com/statistics/643484/per-capita-consumption-of-fish-and-fish-products-in-norway>. ³ Источник данных <https://www.statista.com/statistics/1228351/japan-per-capita-consumption-volume-fish-seafood>.⁴ Источники данных <http://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2022/indexeh.htm> и <http://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2022/indexeh.htm> (Дата обращения 23.09.2023)

населением рыбы в сырце за 2020 год, Россия – при общем вылове 5,3 млн т – входит в пятерку ведущих рыболовных держав, однако по потреблению рыбы и других водных биоресурсов в сырце – 21,7 кг/чел/год – занимает только семьдесят третье место среди 186 государств. Она по этому показателю уступает всем ведущим рыболовным государствам Северного полушария, особенно это заметно в тихоокеанском регионе, являющемся основным «рыбным цехом» страны (рис. 2).

Столь низкие показатели не отвечают национальным интересам России, заявленным ранее в различных директивных документах федерального значения, и тем более Доктрине продовольственной безопасности, утвержденной Указом Президента РФ В.В. Путина 21 сентября 2020 года [18; 11; 37]. Ею «...гарантируется физическая и экономическая доступность для каждого гражданина страны пищевой продукции, соответствующей обязательным требованиям, в объемах не меньше рациональных норм потребления пищевой продукции, необходимой для активного и здорового образа жизни...».

В Общем положении Доктрины в пункте 4, уточняется: «настоящая Доктрина является основой для разработки нормативных правовых актов в области обеспечения продовольственной безопасности, развития сельского и рыбного хозяйства». Более того, Президент в своем выступлении на Президиуме Госсовета, состоявшемся 19 октября 2015 г., четко поставил главную задачу перед рыбной отраслью: «...способствовать наполнению российского рынка качественной и доступной по цене отечественной рыбной продукции...».

Следует упомянуть, что в первой Федеральной программе развития рыбного хозяйства РФ до 2000 г. «Рыба», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 18 сентября 1995 года № 930 [19], были определены

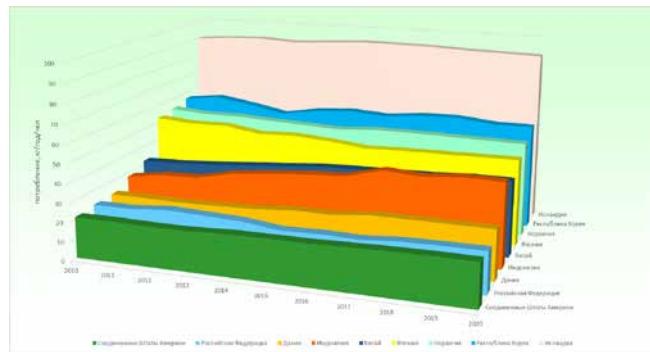


Рисунок 2. Среднедушевое потребление рыбы и рыбопродукции в массе сырца, по данным ФАО [17] в России и в других государствах с развитым рыболовством и рыночными отношениями

Figure 2. Average per capita consumption of fish and fish products by weight of raw, according to FAO [17] in Russia and in other countries with developed fisheries and market relations

как ее основные цели, так и один из главных целевых показателей работы отрасли – потребление рыбной продукции на душу населения в год. Так, в Федеральной программе провозглашено, что «...основной целью рыбохозяйственной деятельности... является обеспечение населения Российской Федерации и специальных потребителей рыбными товарами, а других отраслей хозяйства – разнообразной технической и кормовой продукцией». При этом был установлен конкретный целевой ориентир – повысить потребление рыбной продукции с 9,8 кг/чел/год в 1994 г. до 11,6 кг/чел/год к 2000 году. Этот основной показатель тогда был достигнут.

В дальнейшем, в качестве целевых ориентиров для рыбной отрасли, были рекомендованы две медицинские нормы среднедушевого потребления величиной в 22 и 28 кг/чел/год пищевой

рыбопродукции готовой к употреблению. Первая, меньшая цифра установлена Минздравом в 2016 г., как минимальный объем потребления рыбопродукции, отвечающей современным требованиям здорового питания для развитых стран [20]. Вторая, большая цифра – 28 кг/чел/год – фигурирует в Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности на период до 2020 г. и нормах Роспотребнадзора, утвержденных в 2021 году Главным государственным санитарным врачом на основании Методических рекомендаций о рациональном питании [21]. Эти нормы так и не были достигнуты. Более того, в настоящее время происходит фактическое падение потребления рыбопродукции населением РФ.

Оба целевых ориентира – 22 и 28 кг/чел/год, прежде казались вполне достижимыми, ведь катастрофическое падение потребления рыбопродукции в России после раз渲ала СССР, перехода от директивно-планово-распределительной систе-

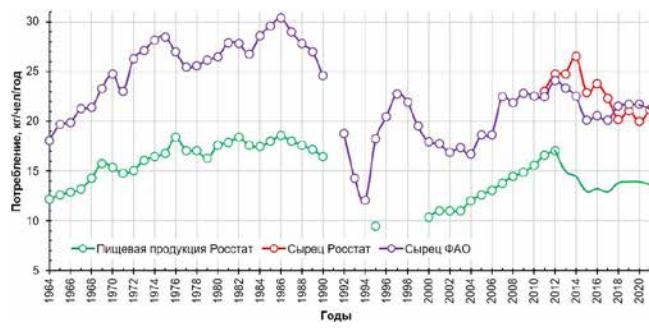


Рисунок 3. Многолетняя динамика российского среднедушевого потребления рыбопродукции в массе сырца и пищевой продукции по данным Росстата и ФАО [22]

Figure 3. Long-term dynamics of the Russian average per capita consumption of fish products in the mass of raw and food products according to Rosstat and FAO [22]



Рисунок 4. Динамика среднегодовых цен (руб./кг) на сельдь соленую с 2000 по 2023 годы (по данным РОССТАТА, ВНИРО)

Figure 4. Dynamics of average annual prices (rubles/kg) for salted herring from 2000 to 2023 (according to ROSSTAT, VNIRO)

мы к рыночным отношениям и связанным с этим экономическим кризисом, в 1995 г. сменилось устойчивым ростом (рис. 2).

Однако с 2013 г., когда были принятые беспрецедентные меры господдержки для экспортеров, и доход от экспорта рыбопродукции стал превышать 3,5 млрд долл. США в год, он начал статистически достоверно резко отрицательно сказываться на внутреннем потреблении [4]. Тогда, вместо того, чтобы забить тревогу, Росстат, главной задачей которого является «...удовлетворение потребностей органов власти и управления, средств массовой информации, населения, научной общественности, коммерческих организаций и предпринимателей, международных организаций в разнообразной, объективной и полной статистической информации» [23], принял «затушевывать» ситуацию. Он перестал публиковать данные о потреблении рыбопродукции в товарном весе как прежде, а стал это делать в масse сырца (то есть живых целых гидробионтов с несъедобными частями – чешуей, плавниками, костями, панцирями, раковинами и потрохами), следуя методике ФАО, а в 2014-2017 гг. дал завышение показателей еще на 10% даже по сравнению с методикой ФАО [22]. Вместе с тем, все расчеты были сделаны без учета теневого экспорта вне зоны таможенного контроля [24-26], что дополнительно завышает оценки внутреннего потребления. Результаты такой недобросовестной статистики – искажение действительной ситуации, ложная видимость благополучия, неправильные несвоевременные решения или бездействие на разных уровнях власти.

Но даже когда современное падение потребления стало очевидным, независимо от способов его расчета, ничего не было сделано для исправления ситуации. Вместо этого принята новая стратегия [27], из которой вообще удалены вышеизложенные ориентиры, признанные недостижимыми, и заменены ложным – о самообеспечении России рыбопродукцией на 85%, изначально заниженным и уже перевыполненным, поскольку известно, что с 2011 по 2022 годы эта величина колеблется в диапазоне от 112,6 до 160,7% [28]. Утрата реальных ориентиров способствовала продолжению экспортных преференций и декларированию даже парадоксальных вещей [25; 29; 30]: якобы для обеспечения продовольственной безопасности нужно еще увеличить экспорт продовольствия, в частности, рыбопродукции. Все это идет в ущерб здоровому питанию населения, выгодно только крупному бизнесу и, вероятно, делается с помощью лоббирования его интересов на самом высоком государственном уровне [8; 31; 32].

Не менее существенно и то, что в последние годы, в силу ряда причин, идет устойчивое повышение оптовых и особенно розничных цен на рыбу и рыбопродукцию на внутреннем российском рынке. Это, в свою очередь, влияет на ее доступность для покупателей, поскольку доходы населения остаются пока невысокими. В качестве индикатора такого роста на рисунке 4 приводятся данные по ценам сельди соленой – продукта традиционного и всегда востребованного в России.

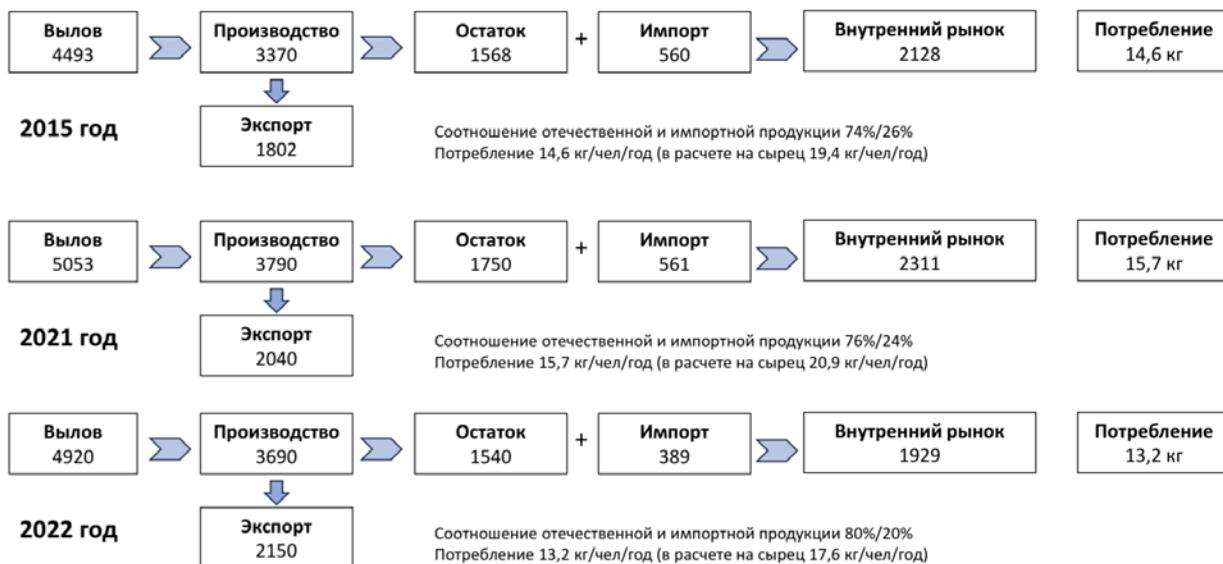


Рисунок 5. Баланс рыбы, рыбопродукции и потребления её населением России

Figure 5. The balance of fish, fish products and consumption by the population of Russia

Как видно из этого графика, только за последние десять лет цены на него возросли почти вдвое. Особенно резкий их рост пришелся на последние шесть лет, что совпало с внедрением аукционов на квоты вылова и инвестиционных квот (квот «под киль»). Аналогичное положение с ростом цен складывается и по другим видам рыбопродуктов.

В этой связи возникает вопрос: реально ли в современных условиях повышение среднедушевого российского потребления пищевой рыбопродукции с существующих 12-17 до 22-28 кг/чел/год? В пересчете на сырец самым простым способом это составляет порядка 34-43 кг/чел/год – немногого по меркам развитых рыболовных стран с рыночной экономикой (см. рис. 2).

Поскольку население РФ сейчас составляет 146,4 млн чел., для этого требуется 5,0-6,4 млн т сырца в год, что вполне достижимо при тех разведенных запасах, которые доступны для российского рыболовства даже при ведении промысла только в Северном полушарии [11; 34]. В последнее время ежегодный отечественный вылов составляет около 5-5,3 млн тонн. Современные оценки показывают, что определенные резервы по его увеличению имеются как на Дальневосточном – главном рыбозаданном бассейне нашей страны, так и в Северном рыбозаданном бассейне. Существенными резервами по наращиванию поставок рыбопродукции из водных биоресурсов на внутренний рынок располагает и отечественная аквакультура [12].

Следовательно, меньший, из ранее установленных целевых ориентиров (22 кг/чел/год), достижим при перенаправлении всего существующего вылова на внутренний рынок, а больший (28 кг/чел/год) – при увеличении его в 1,3 раза, т.е. на 1,4 млн тонн. Если же сохранить объем экспорта в 2-3 млн т, то дополнительный вылов для внутреннего потребления должен возрасти на эту

величину, а суммарный составить 7,0-8,0 млн т для достижения первого и 8,4-9,4 млн т для достижения второго ориентира. Тогда современный вылов должен увеличиться, соответственно, в 1,4-1,6 и 1,7-1,9 раза, что тоже вполне достижимо, хотя для этого могут потребоваться кардинальные изменения в системе управления отраслью, пересмотр законодательства и целый ряд других мер.

Упрощенный, доступный для всех (рис. 5), расчет баланса рыбной продукции, любезно предоставленный авторам специалистами Рыбного союза свидетельствует, что душевое потребление рыбопродукции с 14,6 кг/чел/год в 2015 г. снизилось до 13,2 в 2022 году. Аналогичное снижение произошло при расчёте и в сырце: с 19,4 в 2015 г. до 17,6 кг/чел/год.

В ходе совещания с Правительством России, состоявшемся 16 августа 2023 г., Президент РФ все же призвал довести потребление населением рыбопродуктов до 28 кг на человека в год. Он поручил Министру сельского хозяйства Д.Н. Патрушеву разработать государственную программу по подготовке комплекса мер для стимулирования внутреннего потребления рыбной продукции. Привлечь к этой работе предписано отраслевые союзы, ассоциации и заинтересованные органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, должны присоединиться и ученые отрасли.

Поставленная задача не проста, с учетом того, что на протяжении последнего двадцатилетия она так и не была решена, несмотря на все принимаемые усилия, в том числе многочисленные модернизации законодательной базы. В значительной степени это обусловлено тем, что три четверти наиболее востребованного россиянами рыбного ассортимента – минтай, скумбрия, сельдь, треска, пикша, лососевые – также востребованы и на международном рынке. Не говоря уже о крабах, мор-

ских ежах, гребешках, трепанах и прочих деликатесах. Однако большая стоимость отечественной рыбы и рыбопродуктов на внешнем рынке, по сравнению с внутренним, стимулирует рыбопромышленников отдавать предпочтение экспорту. В последние годы экспорт превышает 2,0 млн т, что составляет около 45-50% всей производимой Россией рыбы и рыбной продукции, при одновременном снижении импорта (рис. 6).

Анализ этих данных свидетельствует, что на протяжении последнего двадцатилетия Россия стала ярко выраженным нетто-экспортером на мировом рынке рыбных товаров [38], с превышением экспорта над импортом по итогам 2022 года более чем в 1,6 млн тонн.

Таким образом, ситуация с обеспечение населения рыбопродуктами обусловлена в основном рядом причинами. Среди которых – вылов, производство пищевой рыбной продукции, экспорт, импорт, традиции питания, доходы людей (потребителей и поставщиков) и цены на рыбные продукты. Каждая из этих составляющих определяет поведение покупателя, производителя и продавца по отношению к данному товару [35]. Они могут меняться по времени, исходя из конкретных, складывающихся условий, и влиять на потребление рыбопродуктов населением страны.

Возможно вначале следует определиться: кому в нашей стране более других необходимы рыбопродукты? В ответе на этот вопрос лежит ключ к избирательному увеличению потребления рыбопродукции хотя бы для части российского населения. Ответ дает медицина: прежде всего, это дети и пожилые люди.

Дети – будущее нации. В РФ сейчас около 17 млн человек – это граждане возрастом от 4 до 16 лет. В стране 47 тысяч детских садов и 41 тысяча школ. Большинство этих организаций являются бюджетными учреждениями, в которых осуществляется детское питание. Возможно ли в рационе питания, посещающих их детей, установить, в зависимости от возрастной группы, повышенные нормы потребления рыбных продуктов, как это делали в совет-

ское время? Ответ: возможно. Было бы желание у государственных и муниципальных чиновников. Возможно ли предусмотреть ежегодную федеральную дотацию для регионов (хотя бы 50 руб. на 1 кг) на обеспечение закупок этими организациями рыбопродуктов из отечественного рыбного сырья, а не из импортного? Ответ: возможно. Во что это выльется для федерального бюджета? Менее 16 млрд руб. в год. Много это или мало для РФ? По масштабам решаемой задачи – это несущественно. Какие цели при этом достигаются? Дети регулярно получают самое здоровое питание. Дети привыкают есть рыбу, что в дальнейшем, когда они вырастут, с большей вероятностью сделает их активными потребителями рыбных продуктов.

Не менее важно обеспечить доступность рыбопродуктов людям пенсионного возраста. Подойти к этому следовало бы поэтапно. Допустим, начать хотя бы с пенсионеров от 70 лет. Сейчас в РФ 14 млн человек – люди старше 70 лет. Государство делает много для старшего поколения, используя механизм субсидирования определенной категории пожилых граждан при покупке ими некоторых (списочных) товаров и услуг. Механизм субсидирования отработан на практике, он успешно администрируется и контролируется. Людям за семьдесят рыба в питании жизненно необходима. Вопрос: возможно ли, по аналогии с субсидированием лекарств, оказать государственную поддержку пожилым людям в приобретении для себя хотя бы малой части рыбных продуктов? Ответ: возможно. Во что это обойдется консолидированному бюджету России? По 200 руб. в месяц на человека – 40 млрд руб. в год. Много это или мало? Учитывая огромный социальный, политический и экономический эффект в масштабах страны – это немного. Можно провести на практике такой эксперимент, с участием пенсионеров старше 70 лет, и, убедившись в его положительных результатах, распространить на всех пенсионеров.

Определенные резервы по увеличению субсидированного из государственной казны потребления рыбопродуктов имеются при регулярной поставке их в армию, на флот, в резерв страны, на случай непредвиденных обстоятельств, а также по другим направлениям.

Создание условий для роста потребления рыбной продукции населением России зависит от нескольких главных факторов, в том числе – от финансово-экономического состояния предприятий рыбной отрасли. Регулярный системный анализ экономики рыбного хозяйства Российской Федерации не проводится уже более 30 лет. В системе государственного управления отсутствуют организации в сфере отраслевой экономики и, закрепленные за каким-либо федеральным министерством, соответствующие полномочия. В связи с этим, необходимо восстановить регулярные исследования экономического состояния и перспектив отечественной рыбной отрасли в условиях рыночных отношений.

Наряду с этим, крайне необходимо перейти к единой методике расчета потребления рыбы и рыбопродукции населением страны, как это

Баланс рыбы и рыбной продукции, тыс.тонн

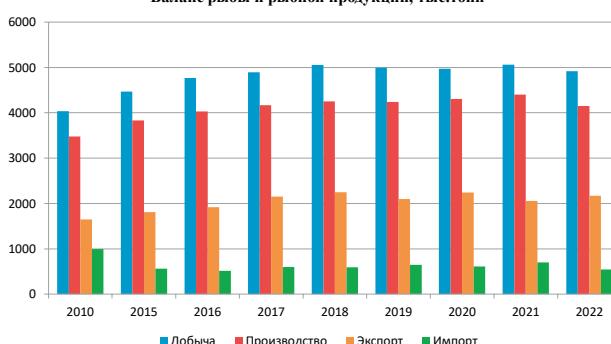


Рисунок 6. Динамика вылова, производства, экспорта и импорта рыбы и рыбной продукции Россией с 2010 по 2022 годы (в тыс. тонн)

Figure 6. Dynamics of catch, production, export and import of fish and fish products by Russia from 2010 to 2022 (in thousand tons)

было ранее до 2013 г., на основе баланса ресурсов рыбы и рыболовством, так как баланс отражает движение рыбопродукции от момента производства до момента конечного ее использования, что позволяет осуществлять текущий анализ и прогнозировать развитие ситуации на рынке продовольствия, оценивать потребности в импорте и определять фонд потребления рыбопродукции.

Следует принять положение о том, что основная цель рыбной отрасли – это насыщение внутреннего рынка отечественной рыбной продукции по нормам, рекомендованным Минздравом и по доступной цене для населения России с разным уровнем дохода.

Исходя из вышеприведенного и основываясь на этих базовых положениях, следует внести соответствующие корректизы в Стратегию развития рыбной отрасли до 2030 года.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: Балашов В.В. – сбор и анализ данных, подготовка статьи; Волченко И.В. – сбор и анализ данных, подготовка статьи; Зиланов В.К. – сбор и анализ данных, подготовка статьи; Фомин А.В. – сбор и анализ данных, подготовка статьи; Яновская Н.В. – сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: Balashov V.V. – data collection and analysis, preparation of the article; Volchenko I.V. – data collection and analysis, preparation of the article; Zilanov V.K. – data collection and analysis, preparation of the article; Fomin A.V. – data collection and analysis, preparation of the article; Yanovskaya N.V. – collection and data analysis, article preparation.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Мейснер В.И., Александров Н.Н. Обзор предвоенного и современного состояния рыбного хозяйства СССР (по 1927 год включительно). Труды научного института рыбного хозяйства. М.: Научный институт рыбного хозяйства. 1929. Т. 4. 761 с.
2. Азизов Я.М., Студенецкий С.А., Шпаченков Ю.А. Рыбное хозяйство России на рубеже веков. М.: Госкомрыболовство России. 2000. 103 с.
3. Азизов Я.М., Кокорев Ю.И. Концепция развития рыбного хозяйства России // Рыбное хозяйство. 2001. № 6. С. 6-7.
4. Волченко И.В. Полувековая динамика российского вылова, импорта, экспорта и потребления рыбопродукции // Известия ТИНРО. 2022. Т. 202(4). С. 992-1001.
5. Рыбное хозяйство России. Посвящается 60-летию Победы России в Великой Отечественной войне. М.: Асмо-Пресс. 2005. 400 с.
6. Зиланов В.К. От планово-распределительной системы - к социально-ориентированным рыночным отношениям в рыбном хозяйстве (сопоставление опыта КНР и РФ) // Рыбное хозяйство. 1995. № 1. С. 7-12.
7. Кокорев Ю.И. Социально-экономические проблемы развития рыбного хозяйства России в условиях рынка и возможные пути их преодоления. Экономические проблемы развития рыбного хозяйства России. М.: Изд-во ВНИЭРХ. 2003. С. 7-19.
8. Министру рыбного хозяйства СССР Александр Акимовичу Ишкову. К 100-летию со дня рождения. М.: ВНИРО. 2000. 12 с.
9. Ишков А.А. Рожденная Октябрьем. М.: ЦНИИТЭИРХ. 1970. 67 с.
10. Ишков А.А. Развитие рыбной промышленности за 40 лет Советской власти // Рыбное хозяйство. 1978. № 4. С. 9-11.
11. Зиланов В.К. Уроки рыбного капитализма в России. М.: Родина. 2023. 332 с.
12. Мамонтов Ю.П. Аквакультура России: состояние и перспективы развития. СПб.: ГосНИОРХ, 1998. 76 с.
13. Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» № 166-ФЗ: принят Гос. Думой 26.11.2004, одобрен Советом Федерации 08.12.2004. ред. от 28.06.2022.
14. Белевская Э.М. Рыбное хозяйство СССР в одиннадцатой пятилетке: Обзорная информация. М.: ЦНИИТЭИРХ. 1982. 12 с.
15. ФАО 2019 b; <https://www.fao.org/faostat>. (Дата обращения 15.09.2023).
16. Васильев А.М. Формирование современного промыслового потенциала на Северном бассейне. // Рыбное хозяйство. 2023. № 1. С. 25-30. DOI 10.37663/0131-6184-2023-1-25-30.
17. ФАО стат. Продовольственный баланс (2010) <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/FBS>. Данные от 28.03.2023. (Дата обращения 15.09.2023).
18. Указ Президента РФ от 21.01.2020. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности РФ» <http://government.ru/docs/all/125815>. (Дата обращения 15.09.2023).
19. Федеральная Программа развития рыбного хозяйства Российской Федерации до 2000 года «Рыба». М.: ВНИЭРХ, 1995. - 99 с. <http://government.ru/docs/all/15927/> (Дата обращения 15.09.2023).
20. Рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания: Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19.08.2016. № 614. <https://docs.cntd.ru/document/420374878>. (Дата обращения 15.09.2023).
21. МР 2.3.1.0253-21. 2.3.1. Гигиена питания. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации (Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 22.07.2021) https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_395381. (Дата обращения 15.09.2023).
22. Волченко И.В. Российское среднедушевое потребление рыбопродукции в массе сырца или товарной продукции: как пересчитать туда и обратно // Труды ВНИРО. 2023. (в печати).
23. О Росстате. 2023. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. <https://rosstat.gov.ru/about>. (Дата обращения 15.09.2023).
24. Селин В.М. Методологические аспекты анализа и оценки среднедушевого потребления рыбы и морепродуктов населением РФ // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2015. Т. 6 (42). С. 139-152.
25. Балашов В.В. Достигнет ли потребление рыбы в России уровня африканских стран? // Тихоокеанский вестник. - 30.09.2019. <https://regnum.ru/article/3209128>. (Дата обращения 15.09.2023).
26. Васильев А.М., Затхеева В.А., Лисунова Е.А. Вклад российского рыболовства, в том числе арктического, в достижение показателей «Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» // Арктика: экология и экономика. 2020. № 1(37). С. 15-25.
27. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.09.2022 г. № 2567-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года». <http://government.ru/docs/all/143037> (Дата обращения 15.09.2023).
28. Стародубцева Г.С. Ресурсы и использование рыбы и рыбопродуктов в живом весе (весе сырца) по Российской Федерации // Росстат. Медиабанк. 2022.
29. Шпаченков Ю.А. Анализ производства и потребления рыбной продукции в период 1980-1990 гг. М.: ВНИЭРХ. 1992. 67 с.
30. Балашов В.В. Рыбный стол от правительства России // Информационное агентство Регнум. - 08.03.2021. <https://regnum.ru/article/3209128>. (Дата обращения 15.09.2023).
31. Овчинников А. Почему рыба в России продается в три раза дороже реальной стоимости // Комсомольская правда. - 19.12.2017. <https://www.kp.ru/daily/26771.5/3804695/?ysclid=lkm5lppuv851530044>. (Дата обращения 15.09.2023).
32. Зиланов В.К. Скудный улов – народу // Советская Россия. 09.01.2023. <https://sovross.ru/2023/01/09/skudnyj-ulov-narodu>. (Дата обращения 15.09.2023).

33. Студенецкий С.А. Социальное значение рыбной отрасли для России // Рыбное хозяйство. 1994. № 4. С. 3-9.
34. Воленко И.В. Эколого-экономические оценки биоресурсов северной Пацифики и стратегии их использования // Известия ТИИРО. 2022. Т. 202(4). С. 970-991
35. Балашов В.В. На главное – рыба // Nord-News. - 08.09.2023. <https://nord-news.ru/topic/?mtopicid=1592>. (Дата обращения 15.09.2023).
36. Студенецкий С.А., Яновская Н.В. Обзор состояния мирового рыболовства за 1979-1983 гг. и 1984 г. М.: ВНИРО. 1986. 212 с.
37. Шпаченков Ю.А. Продовольственная безопасность и роль рыбного хозяйства в ее обеспечении. М.: ВНИЭРХ. 1999. 69 с.
38. Зиланов В.К., Яновская Н.В. Россия на мировом рынке рыбы и морепродуктов. М.: Изд-во ВНИРО. 1997. 40 с.
40. Рыбному хозяйству СССР – 70 лет. М.: ВНИЭРХ. 1989.184 с.

REFERENCES AND SOURCES

1. Meisner V.I., Alexandrov N.N. (1929). Review of the pre-war and current state of the fisheries of the USSR (up to and including 1927). Proceedings of the Scientific Institute of Fisheries. Moscow: Scientific Institute of Fisheries. Vol. 4. 761 p. (In Russ.).
2. Azizov Ya.M., Studenetsky S.A., Shpachenkov Yu.A. (2000). The fisheries of Russia at the turn of the century. M.: Goskomrybolovstvo of Russia. 103 p. (In Russ.)
3. Azizov Ya.M., Kokorev Yu.I. (2001). The concept of the development of the fisheries of Russia // Fisheries. No. 6. Pp. 6-7. (In Russ.).
4. Volvenko I.V. (2022). The half-century dynamics of Russian catch, import, export and consumption of fish products // Izvestiya TINRO. Vol. 202(4). Pp. 992-1001. (In Russ.)
5. Fisheries of Russia. Dedicated to the 60th anniversary of Russia's Victory in the Great Patriotic War. Moscow: Asmo-Press. 2005. 400 p. (In Russ.).
6. Zilanov V.K. (1995). From the planning and distribution system to socially oriented market relations in the fisheries (comparison of the experience of the PRC and the Russian Federation) // Fisheries. No. 1. Pp. 7-12. (In Russ.).
7. Kokorev Yu.I. (2003). Socio-economic problems of Russian fisheries development in market conditions and possible ways to overcome them. Economic problems of the development of fisheries in Russia. M.: VNIERH Publishing House. Pp. 7-19. (In Russ.).
8. To the Minister of Fisheries of the USSR Alexander Akimovich Ishkov. To the 100th anniversary of his birth. Moscow: VNIR. 2005. 12 p. (In Russ.).
9. Ishkov A.A. (1970). Born in October. Moscow: TSNIIITEIRH. 67 p. (In Russ.).
10. Ishkov A.A. (1978).The development of the fishing industry for 40 years of Soviet power // Fisheries. No. 4. Pp. 9-11. (In Russ.).
11. Zilanov V.K. (2023). Lessons of fish capitalism in Russia. Moscow: Rodina. 332 p. (In Russ.).
12. Mamontov Yu.P. (1998). Aquaculture of Russia: state and prospects of development. St. Petersburg: GosNIORH. 76 p. (In Russ.).
13. Federal Law "On Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources" No. 166-FZ: adopted by the State Duma on 26.11.2004, approved by the Federation Council on 08.12.2004. ed. from 06/28/2022. (In Russ.).
14. Belevskaya E.M. (1982). Fisheries of the USSR in the eleventh five-year plan: Overview information. M.: TSNIIITEIRH. 12 p.
15. FAO 2019 b; <https://www.fao.org/faostat>. (Date of application 15.09.3023). (In Russ.).
16. Vasiliev A.M. (2023). Formation of modern fishing potential in the Northern Basin. // Fisheries. No. 1. Pp. 25-30. DOI 10.37663/0131-6184-2023-1-25-30. (In Rus., abstract in Eng.).
17. FAO stat. Food Balance (2010) <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/FBS>. Data from 03/28/2023. (Date of application...)
18. Decree of the President of the Russian Federation No. 20 dated 21.01.2020 "On approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation" <http://government.ru/docs/all/125815> . (Date of application 15.09.3023). (In Russ.).
19. Federal Program for the development of fisheries of the Russian Federation until 2000 "Fish". Moscow: VNIRH, 1995. - 99 p. <http://government.ru/docs/all/15927> / (Date of application. 15.09.3023). (In Russ.).
20. Recommendations on rational norms of food consumption that meet modern requirements of healthy nutrition: Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 08/19/2016. No. 614. <https://docs.cntd.ru/document/420374878>. (Date of application 15.09.3023). (In Russ.).
21. MR 2.3.1.0253-21. 2.3.1. Food hygiene. Rational nutrition. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. Methodological recommendations (Approved. Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation 22.07.2021) https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_395381. (Date of application 15.09.3023). (In Russ.).
22. Volvenko I.V. Russian average per capita consumption of fish products in the mass of raw or marketable products: how to recalculate back and forth // Proceedings of VNIR. 2023. (in print). (In Russ.).
23. About Rosstat. 2023. Official website of the Federal State Statistics Service. <https://rosstat.gov.ru/about>. (Date of application 15.09.3023). (In Russ.).
24. Selin V.M. (2015). Methodological aspects of the analysis and assessment of the average per capita consumption of fish and seafood by the population of the Russian Federation // Economic and social changes: facts, trends, forecast. Vol. 6 (42). Pp. 139-152. (In Russ.).
25. Balashov V.V. Will fish consumption in Russia reach the level of African countries? // Pacific Bulletin. - 30.09.2019. <https://regnum.ru/article/3209128> . (Date of application 15.09.3023). (In Russ.).
26. Vasiliev A.M., Zatkheeva V.A., Lisunova E.A. (2020). Contribution of Russian fisheries, including Arctic, to the achievement of indicators of the "Doctrine of food security of the Russian Federation" // Arctic: ecology and economics. No. 1(37). Pp. 15-25. (In Russ.).
27. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2567-r dated 08.09.2022 "On approval of the Strategy for the development of agro-industrial and fisheries complexes of the Russian Federation for the period up to 2030". <http://government.ru/docs/all/143037> (Date of application 15.09.3023). (In Russ.).
28. Starodubtseva G.S. (2022). Resources and use of fish and fish products in live weight (raw weight) in the Russian Federation // Rosstat. Mediabank. (In Russ.).
29. Shpachenkov Yu.A. (1992). Analysis of production and consumption of fish products in the period 1980-1990. M.: VNIRH. 67 p. (In Russ.).
30. Balashov V.V. Fish table from the Government of Russia // Regnum News Agency. - 08.03.2021. <https://regnum.ru/article/3209128>. (Date of application 15.09.3023). (In Russ.).
31. Ovchinnikov A. Why fish in Russia is sold three times more expensive than the real cost // Komsomolskaya Pravda. - 19.12.2017. <https://www.kp.ru/daily/26771.5/3804695/?ysclid=lkm5lppuv851530044>. (Date of application 15.09.3023). (In Russ.).
32. Zilanov V.K. A meager catch – to the people // Soviet Russia. 09.01.2023. <https://sovross.ru/2023/01/09/skudnyj-ulov-narodu>.
33. Studenetsky S.A. (1994). The social significance of the fishing industry for Russia // Fisheries. No. 4. Pp. 3-9. (In Russ.).
34. Volvenko I.V. (2022). Ecological and economic assessments of bioresources of the Northern Pacific and strategies for their use // Izvestia TINRO. Vol. 202(4). Pp. 970-991. (In Russ.).
35. Balashov V.V. On the main fish // Nord-News. - 08.09.2023. <https://nord-news.ru/topic/?mtopicid=1592>. (Date of application 15.09.3023). (In Russ.).
36. Studenetsky S.A., Yanovskaya N.V. (1986). Review of the state of world fisheries for 1979-1983 and 1984, Moscow: VNIR. 212 p. (In Russ.).
37. Shpachenkov Yu.A. (1999). Food security and the role of fisheries in its provision. M.: VNIRH. 69 p. (In Russ.).
38. Zilanov V.K., Yanovskaya N.V. Russia on the world market of fish and seafood. Moscow: VNIR Publishing House. 1997. 40 p.
40. Fisheries of the USSR – 70 years. M.: VNIRH. 1989.184 p.

Материал поступил в редакцию / Received 17.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 30.10.2023



Вячеславу Константиновичу Зиланову – 85 лет!

7 ноября 2023 года

**Вячеславу Константиновичу Зиланову –
патриарху отечественного рыбного хозяйства,
Заслуженному работнику рыбного хозяйства
России, Почетному доктору МГТУ, профессору,
кандидату биологических наук, Действительному
члену Международной Академии экологии
и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ)
исполняется 85 лет.**

Дорогой Вячеслав Константинович!

Мы с гордостью отмечаем, что в рядах ветеранского корпуса отечественного рыбного хозяйства многие десятилетия неутомимо, ответственно и продуктивно служит его интересам такая яркая, уважаемая личность, какой Вы являетесь.

Под руководством штаба отрасли эпохи А.А. Ишкова многомиллионный коллектив отечественного рыбного хозяйства в советский период достиг результатов, позволивших признать страну лидером мирового рыболовства. И в этот успех, Вы, Вячеслав Константинович, безусловно внесли большой вклад! Последующим поколениям, заступившим на рыбакскую вахту, в наследство оставлен прекрасный образ службы делу, ставшему смыслом жизни.

В.К. Зиланов и сейчас неутомимо продолжает работать. Он последовательно и аргументированно отстаивает отмену аукционов, инвестиционных квот на вылов рыбы, платности рыбных ресурсов для российских пользователей. Выступает за введение прозрачной системы наделения рыбопромышленников долями-квотами на долгосрочной основе и оптимальной системы управления рыбной отраслью в современных условиях, включая создание на федеральном уровне Министерства рыбного хозяйства Российской Федерации.

Вячеслав Константинович – сторонник территориальной целостности России и незыблемости ее экономической зоны, континентального шельфа и границы Полярных владений в Арктике. На все эти и другие направления рыбной отрасли В.К. Зиланов неоднократно обращал внимание Президента, Правительства Российской Федерации, Государственной Думы и Совета Федерации Федерального Собрания РФ, направляя соответствующие аналитические записки с предложениями по оптимальному решению поднимаемых проблем.

Поздравляя нашего коллегу и друга со славным Юбилеем, мы выражаем Вячеславу Константиновичу признательность и уважение за результаты совместного труда.

Редакция журнала «Рыбное хозяйство» выражает большую благодарность нашему постоянному члену редакционного Совета за активную работу, помочь и написание интересных, злободневных статей.

Желаем Вам долгих лет жизни, здоровья, сохранения бодрости тела и духа, жизнерадостного настроя, семейного благополучия и дальнейших творческих успехов в повседневном служении Обществу и Отечеству!

**Ветераны отечественного рыбного хозяйства
Редакция журнала «Рыбное хозяйство»**



Современное состояние запасов тихоокеанской трески в северо-западной части Берингова моря и перспективы ее промысла

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-76-84 EDN fdamev

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

Научная статья
УДК 639.22/.23

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

Савин Андрей Борисович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических ресурсов Дальневосточных и Арктических морей, Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), @andrey.sav@tinro.ru, Владивосток, Россия

Адреса:

1. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») – 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19
2. Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО) – 690091, г. Владивосток, переулок Шевченко, дом 4

Аннотация.

В статье представлены данные по промыслу и состоянию запасов тихоокеанской трески в северо-западной части Берингова моря за период с 1968 по 2024 годы. Показано, что рост промысловых запасов данного вида до аномально высокого уровня (1,1-1,6 млн т) был обусловлен потеплением водных масс на севере моря и формированием доступной кормовой базы, способствующими появлению нескольких урожайных поколений и обусловливающими высокий уровень миграции рыб из восточной части моря. Значительная биомасса трески позволила увеличить ее прогнозные и фактические уловы до 120,0 и 105,3 тыс. т, соответственно. Начавшийся в 2021 г. процесс выхолаживания акватории Берингова моря с одновременным увеличением площади холодного Лаврентьевского пятна, ограничивающего распространение скоплений трески на северо-запад моря, выход из промысла многочисленных поколений 2011, 2017, 2018 гг. и отсутствие новых урожайных генераций, привело к снижению запасов и уловов рыб до среднемноголетнего уровня. Происходящие процессы в динамике численности трески северо-западной части Берингова моря и сопутствующие последствия для эффективности ее промысла необходимо учитывать при принятии конкретных управленческих решений в отношении пользователей ресурсов данного вида.

Ключевые слова:

тихоокеанская треска, Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн, Берингово море, промысел, запасы, общий допустимый улов, освоение

Для цитирования:

Датский А.В., Антонов Н.П., Савин А.Б. Современное состояние запасов тихоокеанской трески в северо-западной части Берингова моря и перспективы ее промысла // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 76-84.
DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-76-84 EDN fdamev

CURRENT STATE OF PACIFIC COD STOCKS IN THE NORTHWESTERN PART OF THE BERING SEA AND PROSPECTS FOR ITS FISHERY

Andrey V. Datsky – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Marine Fish Department of the Far East, All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), @ adatsky@vniro.ru, Moscow, Russia

Nikolay P. Antonov – Doctor of Biological Sciences, Director of the Department of Marine and Freshwater Fish of Russia, All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), @ antonov@vniro.ru, Moscow, Russia

Andrey B. Savin – Candidate of Biological Sciences, a leading researcher at the Laboratory of Biological Resources of the Far Eastern and Arctic Seas, the Pacific Branch of the FGBNU "VNIRO" ("TINRO"), @ andrey.savin@tinro.ru, Vladivostok, Russia

Addresses:

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

2. Pacific branch of VNIRO (TINRO) – 690091, 4 Shevchenko Lane, Vladivostok

Annotation. The article presents data on the fishery and stock status of Pacific cod in the northwestern part of the Bering Sea for the period from 1968 to 2024. It is shown that the increase in commercial stocks of this species to an abnormally high level (1.1-1.6 million tons) was due to the warming of water masses in the north of the sea and the formation of an accessible food supply, which contributed to the emergence of several productive generations and determined a high level of fish migration from the eastern parts of the sea. The significant biomass of Pacific cod made it possible to increase its predicted and actual catches to 120.0 and 105.3 thousand tons, respectively. The process of cooling of the Bering Sea waters, which began in 2021, with a simultaneous increase in the area of the cold Laurentian spot, limiting the spread of cod aggregations to the north-west of the sea, the exit of numerous generations of 2011, 2017, 2018 from fishery and the lack of new productive generations led to a decrease in fish stocks and catches to the average long-term level. The ongoing processes in the population dynamics of Pacific cod in the northwestern Bering Sea and the accompanying consequences for the efficiency of its fishery must be taken into account when making specific management decisions regarding resource users of this species.

Keywords:

Pacific cod, Far Eastern fishery basin, Bering Sea, fishery, stocks, total allowable catch, development

For citation:

Datsky A.V., Antonov N.P., Savin A.B. The current state of Pacific cod stocks in the northwestern part of the Bering Sea and prospects for its fishery. 2023. No. 6. Pp. 76-84. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-76-84 EDN fdamev

Тихоокеанская треска – второй по численности после минтая и широко распространённый вид семейства тресковых в северной части Тихого океана. По данным последних лет, треска занимает третье место по вылову среди морских рыб после минтая и сельди, ее годовые уловы в дальневосточных морях и прилегающих акваториях достигают 171 тыс. тонн. Промысел этой рыбы широко распространен во всем Дальневосточном рыболовецком бассейне, за исключением акватории у берегов восточного Сахалина.

В 2020 г. наибольший вылов трески получен в российских водах Берингова моря, где было добыто 118,5 тыс. т, или 69,3% всех уловов этого вида. Из этого объема наибольшие показатели рыбопромыслового флота отмечены в Западно-Берингоморской зоне (96,2 тыс. т), где в 2015-2019 гг. наблюдался резкий рост запасов трески, за счет вступления в промысел ряда поколений высокой численности, а также в Ка-

гинской подзоне (17,9 тыс. т). Значимые уловы этой рыбы зафиксированы у берегов Камчатки, северных и южных Курильских островов, минимальные уловы – в Северо-Охотоморской подзоне, где она добывается в режиме рекомендованного вылова. Добыча трески осуществляется тралово-снурреводными и ярусными орудиями лова в соотношении 57,6 и 42,2%, при этом доля ярусного промысла велика на севере Охотского и Берингова моря (в Чукотской зоне – 83,2%, в Северо-Охотоморской подзоне – 78,8%) и минимальна в подзоне Приморье Японского моря – всего 11,6% [1].

В 2020-2021 гг. прогнозируемый и фактический вылов трески в пределах акватории Дальневосточного рыболовецкого бассейна достиг своего исторического максимума: 214 и 171 тыс. т, соответственно (при освоении близком к 80-85%). Наибольшее освоение выделенных ресурсов вида наблюдается у берегов восточной и юго-западной Камчатки, наимень-

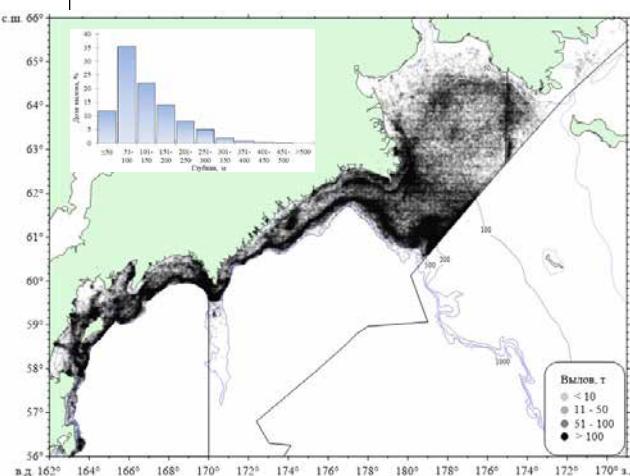


Рисунок 1. Пространственное (т) и батиметрическое (%) распределение уловов флота на промысле трески в российской акватории Берингова моря по данным 2003-2021 годов

Figure 1. Spatial (tonnes) and bathymetric (%) distribution of fleet catches in the cod fishery in the Russian waters of the Bering Sea according to data from 2003-2021

шее – в Чукотской зоне и подзонах Северо-Охотоморская и Приморье (табл. 1).

Комплексные исследования промысловых запасов трески, подразделенных в соответствии с основными районами нереста, проводятся ежегодно, на протяжении десятилетий. Начиная с середины 1950-х гг., когда треску стали добывать в промышленных масштабах, ее наибольшая биомасса по всему Дальневосточному рыболово-промышленному бассейну наблюдалась в 1980-1990-е и 2010-е годы. При этом многолетняя изменчивость биомассы отдельных группировок трески значительно отличается от суммарной динамики её обилия. Самый длинный

ряд наблюдений имеется для западно-камчатской группировки, биомасса которой планомерно увеличивалась с начала 1960-х гг., достигнув максимальных значений в 1990-е годы. Сходная динамика обилия отмечена и для карагинской трески. Напротив, популяции трески восточно-камчатской, северо-курильской, южно-курильской и западно- сахалинской формировали пики биомасс в 1980-е годы. В начале 2000-х гг. высоких значений биомассы трески в пределах бассейна не наблюдалось, за исключением небольшого увеличения после 2005 г. запасов анадырско-наваринской, южно-курильской группировок, а также рыб у западного и восточного побережья Камчатки. И только в 2015-2020 гг. в анадырско-наваринском районе Берингова моря и у берегов западного Сахалина обилие этого вида тресковых резко возросло. В целом, за период с 1957 по 2020 гг. выявлена тенденция роста биомассы трески северо-западной части Берингова моря и в акватории у западной Камчатки, у прочих группировок отмечено снижение запасов [2; 3].

С начала 2020-х гг. наметилась тенденция снижения суммарных запасов трески в Дальневосточном рыболово-промышленном бассейне. Предварительные расчеты специалистов ТИНРО показали, что ее нерестовая биомасса с 828 тыс. т в 2022 г. уменьшится до 408-452 тыс. т к 2025-2026 годам. В основном такая ситуация обусловлена снижением запасов рыб в северо-западной части Берингова моря. Вследствие этого, вполне понятна озабоченность предприятий рыболово-промышленного комплекса Дальнего Востока сложившейся в последние годы динамикой запасов трески и ее общих допустимых уловов (ОДУ) в этом море.

В северо-западной части Берингова моря (в пределах акватории Западно-Берингоморской и Чукотской зон) встречаются преимущественно две группировки трески: местная анадырско-наваринская и восточно-берингоморская, рыбы которой в летне-осенний период мигрируют из восточной части моря. При этом необходимо отметить обособленность трески анадырско-наваринского района, выявленной на основе анализа генетических и морфобиологических характеристик [4-8]. По одним данным, основу биомассы вида в северо-западной части моря летом составляют половозрелые особи, приходящие на нагул из восточной ее части [9], по другим – рыба анадырско-наваринской и, в период высокой численности, карагинской группировок [10]. Результаты мечения и траловых съемок указывают на существование протяженных миграций и обмена трески между восточной и западной частями моря, юго-восточным шельфом и центральной частью Алеутской гряды [9; 11; 12].

Начало промышленной добычи трески в Беринговом море было положено в 1927-1930 гг., когда ее скопления успешно осваивали крючковыми снастями в районе о. Карагинский. Впоследствии с 1950-х гг. в юго-западной части



Рисунок 2. Промысловая биомасса и вылов (тыс. т) трески в северо-западной части Берингова моря в 1968-2024 гг.

Кружками (чёрные – суперурожайные, белые – урожайные) показано влияние на биомассу рыб поколений высокой численности

Figure 2. Commercial biomass and catch (thousand tons) of Pacific cod in the northwestern Bering Sea in 1968-2024.

The circles (black – super-yielding, white – productive) show the effect of generations of high abundance on fish biomass

моря, а с конца 1960-х гг. – и в северо-западной его части, по причинам слабой механизации ярусного лова и появления современных, на тот период, малотоннажных судов типа МРС и РС, добычу трески стали вести преимущественно тралово-снурреводными орудиями лова. Вылов анадырско-наваринской группировки достигал наибольших объёмов в 1971 г. – 91,6 тыс. т, а карагинской трески в 1984 г. – 34,1 тыс. т [13]. В 1990-е годы, в связи с высокой экономичностью, получил большое развитие ярусный лов, доля которого достигала 30% [14; 15].

На современном этапе треску добывают практически по всему шельфу, с прилегающими к нему участками материкового склона западной части Берингова моря, в пределах глубин до 500 м с наибольшими уловами на изобатах 50-200 м (около 72% всего вылова) (рис. 1). По причинам конструктивных особенностей орудий лова и используемых типов судов, снурреводный лов данного вида осуществляется летом и осенью. Траловый лов существует круглый год, при том, что в его начале ведётся целевой промысел трески, а с мая её добывают только в качестве прилова на промысле минтая. Ярусный промысел ведётся также круглогодично, но в летне-осенние месяцы он наиболее интенсивен при наибольшем количестве судов, чем в зимне-весенне время. Существующая сезонность промысла разных видов лова позволяет осваивать запасы рыб полнее и эффективнее: добыча ярусом охватывает более глубоководные

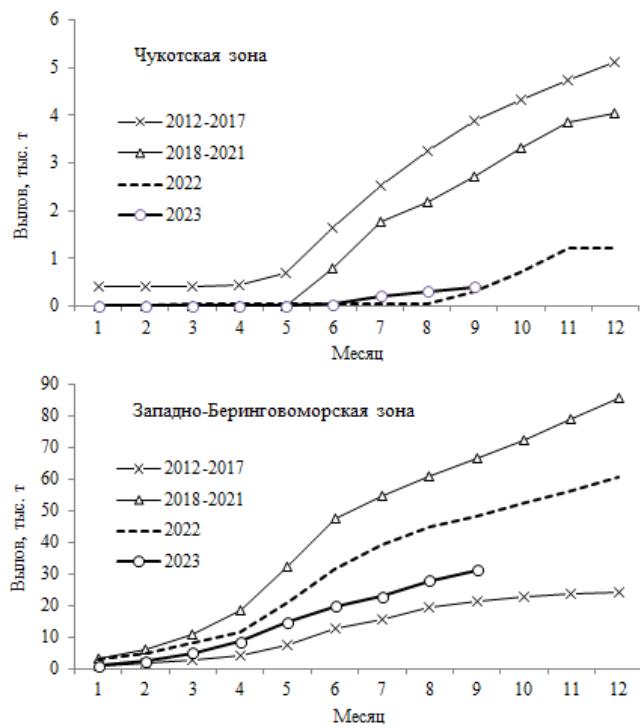


Рисунок 3. Сезонный вылов (тыс. т) трески в северо-западной части Берингова моря в 2012-2023 годы

Figure 3. Seasonal catch (thousand tons) of Pacific cod in the northwestern part of the Bering Sea in 2012-2023

Таблица 1. Прогнозные (ОДУ, РВ) и фактические уловы (тыс. т) трески, ее освоение (%) в Дальневосточном рыболовецком бассейне в 2020-2022 годы /

Table 1. Forecast (TAC, RC) and actual catches (thousand tons) of Pacific cod, its development (%) in the Far Eastern fishery basin in 2020-2022

Биостатистический район	2020 г.			2021 г.			2022 г.		
	ОДУ/ РВ, тыс. т	Вылов, тыс. т	% освоения	ОДУ/ РВ, тыс. т	Вылов, тыс. т	% освоения	ОДУ/ РВ, тыс. т	Вылов, тыс. т	% освоения
Чукотская зона	15,000	4,373	29,2	15,000	4,535	30,2	10,000	1,237	12,0
Западно-Беринговоморская зона	105,000	96,195	91,6	105,000	86,346	82,2	90,000	59,171	65,8
Карагинская подзона	18,500	17,886	89,4	20,000	18,345	91,7	19,100	17,431	91,1
Петропавловско-Командорская подзона	14,200	13,396	87,0	15,400	13,903	90,3	13,400	12,076	90,3
Северо-Курильская зона	11,800	11,238	90,9	12,360	8,091	65,5	13,900	11,635	83,5
Южно-Курильская зона	8,750	6,055	63,6	9,520	8,690	91,3	12,500	10,323	82,4
Северо-Охотоморская подзона*	1,862	0,350	27,8	1,260	0,565	44,8	1,035	0,674	67,6
Западно-Камчатская подзона	4,400	3,919	58,5	6,700	5,550	82,8	5,000	3,309	66,0
Камчатско-Курильская подзона	12,400	12,577	66,2	19,000	17,290	91,0	14,400	14,171	98,6
Приморье подзона	4,600	1,250	27,8	4,500	1,605	35,7	3,000	0,821	26,7
Западно-Сахалинская подзона	5,600	3,813	70,6	5,400	4,499	83,3	5,300	4,972	94,3
Итого:	202,112	171,052	84,6	214,140	169,419	79,1	187,635	135,8	72,4

Примечание: * – рекомендованный вылов (РВ), в прочих районах ОДУ

и труднодоступные для облова акватории и базируется на крупных особях, а снурреводный лов – на более мелкой треске по причине облова глубин менее 150 м [16-18].

В целом, за весь период наблюдений, уловы трески в северо-западной части Берингова моря изменились от 0,1 до 106,2 тыс. т, соответственно, в 1977 и 2020 гг., составив в среднем 30,5 тыс. т в год (рис. 2). Наибольший вылов наблюдался в 1969-1971, 1983-1993 и особенно в 2017-2022 гг., когда уловы достигли исторического максимума 106,2 тыс. т в 2018 г., при средней величине 77,6 тыс. тонн. В 2023 г. (по состоянию на 20 октября) добыча снизилась до среднемноголетнего уровня за весь период промысла – 32,6 тыс. тонн.

В основном районе промысла, Западно-Беринговоморской зоне, где добывается 93,4%

всей трески в северо-западной части Берингова моря (табл. 2), максимальные годовые уловы рыб отмечали в 2018-2021 годы. Отметим здесь корреляцию уловов с биомассой вида, которая в эти годы достигла своего максимального значения за все время наблюдений (рис. 2, 3). В 2022 и 2023 гг. сезонные уловы флота начали снижаться и приблизились к показателям 2012-2017 гг., когда запасы рыб находились на среднемноголетнем уровне. В 2023 г. осредненные суточные уловы судов, работающих снурреводами и тралями, находились на сходных позициях с прошлыми годами, за исключением зимне-весеннего периода, когда они были несколько ниже. В то же время ярусоловные суда показали существенно меньшую результативность суточного вылова: 4,1; 7,6; 10,9; 12,0 и 14,2 т соответ-

Таблица 2. Прогнозные (ОДУ) и фактические уловы (тыс. т) трески, ее освоение (%) в северо-западной части Берингова моря в 2020-2024 годы / **Table 2.** Forecast (TAC) and actual catches (thousand tons) of Pacific cod, its development (%) in the northwestern part of the Bering Sea in 2020-2024

Год	Чукотская зона			Западно-Беринговоморская зона			Оба района		
	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %	ОДУ ¹ , тыс. т	Вылов, тыс. т	Освоение, %
2000	0,000	0,005	-	50,000	18,800	37,6	50,000	18,805	37,6
2001	0,000	0,007	-	55,000	26,043	47,4	55,000	26,050	47,4
2002	0,000	0,001	-	27,000	18,500	68,5	27,000	18,501	68,5
2003	0,000	0,030	-	20,000	18,909	94,5	20,000	18,939	94,7
2004	0,000	0,000	-	26,000	22,182	85,3	26,000	22,182	85,3
2005	0,000	0,000	-	18,200	17,597	96,7	18,200	17,597	96,7
2006	0,000	0,000	-	18,500	17,574	95,0	18,500	17,574	95,0
2007	0,225	0,223	99,1	17,100	16,544	96,7	17,325	16,767	96,8
2008	0,225	0,224	99,6	19,300	18,239	94,5	19,525	18,463	94,6
2009	0,500	0,001	0,2	16,300	13,816	84,8	16,800	13,817	82,2
2010	2,000	1,645	82,3	23,150	21,030	90,8	25,150	22,675	90,2
2011	7,000	3,967	56,7	22,000	20,547	93,4	29,000	24,514	84,5
2012	7,000	6,140	87,7	21,200	19,483	91,9	28,200	25,623	90,9
2013	7,000	4,857	69,4	25,600	20,571	80,4	32,600	25,428	78,0
2014	7,000	2,979	42,6	36,900	25,544	69,2	43,900	28,523	65,0
2015	7,000	4,810	68,7	25,300	23,349	92,3	32,300	28,159	87,2
2016	5,400	5,233	96,9	24,100	21,420	88,9	29,500	26,653	90,3
2017	7,400	6,634	89,6	36,200	31,644	87,4	43,600	38,278	87,8
2018	13,700	3,173	23,2	66,300	60,870	91,8	80,000	64,043	80,1
2019	14,000	4,175	29,8	86,000	88,237	102,6	100,000	92,412	92,4
2020	15,000	4,373	29,2	105,000	100,933	96,1	120,000	105,306	87,8
2021	15,000	4,445	29,6	105,000	88,650	84,4	120,000	93,095	77,6
2022	10,000	1,237	12,4	90,000	60,526	67,3	100,000	61,763	61,8
2023 ²	6,000	0,402	6,7	84,500	32,230	38,1	90,500	32,632	36,1
2024	3,000			57,000			60,000		
Среднее³	7,081	2,355	33,3	43,026	33,522	77,9	48,124	35,877	74,6
ОДУ, вылов, %	14,7	6,6		89,4	93,4		100,0	100,0	

Примечание: 1 – допускается перераспределение объемов ОДУ трески между Западно-Беринговоморской и Чукотской зонами без превышения указанного суммарного объема этого вида водных биоресурсов; 2 – вылов и освоение ОДУ трески дано на 20.10.2023 г.; 3 – среднее значение ОДУ трески в Чукотской зоне рассчитано за период с 2007 по 2024 гг., в Западно-Беринговоморской зоне и северо-западной части моря в целом – с 2000 по 2024 гг., среднее значение вылова трески рассчитано за период с 2000 по 2022 год

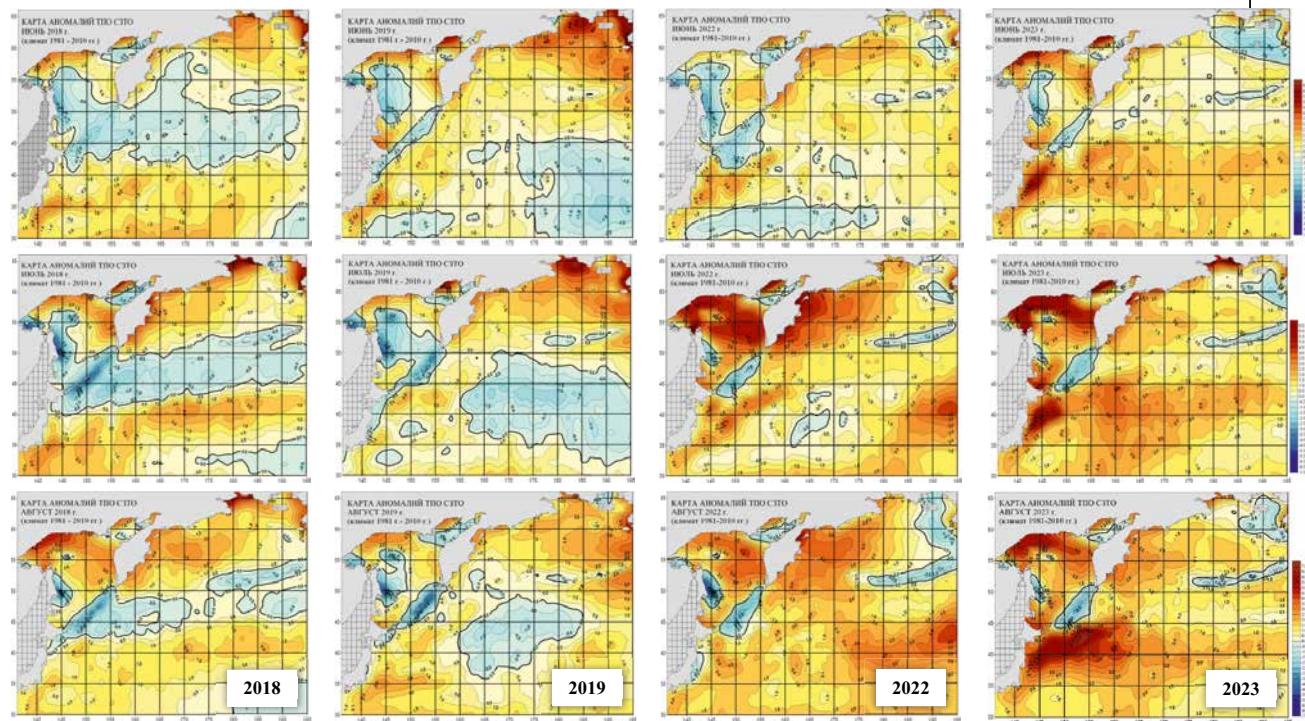


Рисунок 4. Карты аномалий температуры поверхности океана (ТПО) в северо-западной части Тихого океана в июне-августе 2018, 2019, 2022 и 2023 годов (подготовлены отделом спутникового мониторинга среды обитания Центрального института ФГБНУ «ВНИРО» по: [23])

Figure 4. Maps of sea surface temperature (SST) anomalies in the northwestern part of the Pacific Ocean in June-August 2018, 2019, 2022 and 2023 (prepared by the department of satellite monitoring of habitats of the Central Institute of the Federal State Budgetary Scientific Institution «VNIRO» according to: [23])

ственno в 2023, 2022, 2021, 2019 и 2018 годы. В целом на современном этапе наблюдается снижение результативности добычи трески в северо-западной части Берингова моря, обусловленное уменьшением ее биомассы в этой акватории.

В 1968-2024 гг. биомасса трески в северо-западной части Берингова моря изменялась от 12,1 до 1632,0 тыс. т соответственно в 1974-1975 и 2018 гг. при средней величине 330,4 тыс. тонн. Наибольшие ее запасы наблюдались в 1979-1982, 1996-1998, 2007-2012 и особенно – в 2016-2020 годах. В последний временной промежуток величина промыслового запаса трески находилась в пределах 1100,0-1632,0 тыс. т, при среднем значении 1376,7 тыс. тонн. После 2021 г. зафиксировано существенное снижение ее биомассы (до 240-500 тыс. т) до среднемноголетнего уровня (рис. 2). Необходимо отметить, что основные скопления треска формирует в Западно-Берингоморской зоне, где, по данным траловых донных съемок 1982-2021 гг., находится до 90% всего запаса рыб в северо-западной части моря (табл. 3).

Снижение численности трески в северо-западной части Берингова моря после 2018 г. связано с рядом факторов, оказывающих влияние на состояние запасов трески, как местного происхождения, так и мигрирующей из восточной части моря. Во-первых, промысел трески в Западно-Берингоморской и Чукотской зонах в 2010-х годах держался на урожайных поколениях 2011, 2017-2018 гг. рождения [2; 18]. Появ-

ляющиеся после 2018 г. поколения оцениваются как генерации средней и низкой численности, что не обеспечило высокие уловы ее в 2022 г. и особенно в 2023 году. Во-вторых, уменьшение запасов трески в восточной части Берингова моря повлияло на численность рыб, мигрирующих на нагул в северо-западную часть моря. Так, биомасса трески в американской экономической зоне моря, по результатам донной траловой съемки 2017 г., составляла 2330 тыс. т [19]. С 2019 г. наметилась тенденция к снижению запасов этой трески, уже в 2022 г. ее биомасса уменьшилась до 2003 тыс. тонн. Это отразилось и в снижении ТАС (Total Available Catch – аналог ОДУ) трески со 127,409 до 123,295 тыс. т соответственно в 2023 и 2024 гг. [20].

Еще одной из возможных причин снижения запасов трески в северо-западной части Берингова моря является увеличение акватории распространения Лаврентийских холодных водных масс. Эти холодные воды создают экологическое препятствие для миграций трески в российские воды с юго-востока моря [18]. В 2018-2019 и 2021 гг., в периоды высокой численности трески, их акватория имела минимальные площади, в отличие от 2022 г., когда наблюдались обширные массы холодных вод [21]. Отметим здесь, что площадь акватории Лаврентийских масс в значительной степени определяется сезонной ледовитостью моря, которая была экстремально малой в 2018 г., но превысила среднемноголетние значения в 2022-2023 гг. [22]. В эти же годы на

Таблица 3. Распределение биомассы трески в северо-западной части Берингова моря по данным донных траловых съемок в 1982-2021 годах / **Table 3.** Distribution of cod biomass in the northwestern Bering Sea according to bottom trawl surveys in 1982-2021

Год	Западно-Берингоморская зона		Чукотская зона		Оба района	
	Биомасса, тыс. т	Биомасса, %	Биомасса, тыс. т	Биомасса, %	Биомасса, тыс. т	Биомасса, %
1982	193,8	99,5	1,0	0,5	194,8	100,0
1985	445,9	97,3	12,3	2,7	458,2	100,0
1990	242,7	83,3	48,5	16,7	291,2	100,0
1999	92,5	96,2	3,7	3,8	96,2	100,0
2001	135,1	99,0	1,4	1,0	136,5	100,0
2002	130,0	99,9	0,1	0,1	130,1	100,0
2005	258,3	91,3	24,7	8,7	283,0	100,0
2008	329,7	75,4	107,4	24,6	437,1	100,0
2012	299,2	96,0	12,6	4,0	311,8	100,0
2015	545,9	85,8	90,4	14,2	636,3	100,0
2017	1091,3	88,9	136,0	11,1	1227,3	100,0
2021	272,5	94,5	15,8	5,5	288,3	100,0
Среднее	336,4	89,9	37,8	10,1	374,2	100,0

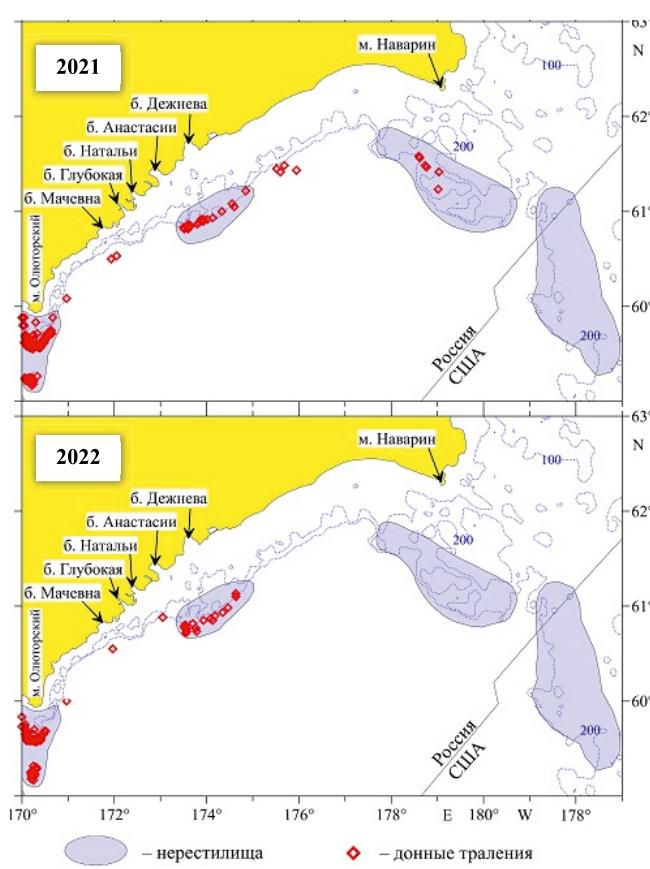


Рисунок 5. Распределение донных тралений с уловами трески в марте 2021-2022 гг. относительно положения её нерестилищ в северо-западной части Берингова моря

Figure 5. Distribution of bottom trawls with cod catches in March 2021-2022 regarding the position of its spawning grounds in the northwestern part of the Bering Sea

севере Берингова моря наблюдались аномально низкие температуры поверхности океана [23], а площади холодных водных масс, по сравнению с 2018-2019 гг., были довольно обширны (рис. 4), что, с учетом сказанного выше, не способствовало перемещению рыб из восточной части моря в северо-западную. Подобные тенденции отмечены в 2023 г. и для тихоокеанских лососей, общее освоение которых в Западно-Берингоморской и Чукотской зонах, в пределах Чукотского АО, составило всего 18% от рекомендованного (по состоянию на 14 сентября 2023 г. выловлено 1,273 тыс. т из рекомендованных 7,125 тыс. т).

Также необходимо отметить, что на запасы трески может влиять донный траловый промысел, осуществляемый на ее нерестилищах в северо-западной части Берингова моря [24]. В марте-мае треска нерестится у дна, в пределах глубин 130-370 м, с последующим придонным распределением икры и личинок на изобатах 75-250 м [2; 25], и траления здесь, очевидно, приводят к нарушению естественного процесса инкубации нерестового материала и снижению выживаемости молоди. В пик нереста, в марте 2021-2022 гг. донный промысел был локализован именно на олюторском, дежнёвском и наваринском нерестилищах (рис. 5). По всей видимости, такой промысел в олюторско-наваринском районе, в период прохождения нереста производителей, снижает вероятность появления урожайных поколений. Всё это создает предпосылки для внесения в правила рыболовства, для данного района, запрета на проведение тралового и снурреводного промысла трески в первой половине года.

Снижение запасов трески в начале 2020-х гг. нашло отражение в прогнозных оценках ОДУ: общее уменьшение за период с 2021 по 2024 гг. составило 60 тыс. т (со 120 до 60 тыс. т) (табл. 2). Учитывая негативные тенденции в состоянии за-

пасов трески, обеспечивающих ее промысел в северо-западной части Берингова моря, величина ОДУ наиболее значительно сокращена на 2024 г., по сравнению с 2022-2023 гг., на 40 тыс. тонн. Тенденция в сокращении запасов трески проявилась и в снижении освоения прогнозных объемов вылова. В Чукотской зоне освоение с 29,8% в 2019 г. снизилось до 12,4% в 2022 г., в Западно-Беринговоморской зоне – со 102,6 до 67,3%, а суммарно по двум районам – с 92,4 до 61,8%, соответственно (табл. 2). По итогам 2023 г. освоение выделенных ресурсов трески будет еще ниже. Отметим здесь, что основными причинами сравнительно низкого освоения ОДУ в Чукотской зоне является удалённость этой акватории от основных скоплений рыб и соответственно участков их добычи, находящихся в Западно-Беринговоморской зоне, а также меньшие сроки промысла (преимущественно с июля по ноябрь).

В заключение отметим, что треска в прошлом и настоящем рыбного промысла является, наряду с минтаем и сельдью, одним из базовых видов рыболовства в Дальневосточном рыбозаводственном бассейне. В 2020-2021 гг. ее осредненные уловы достигли 170 тыс. т, из которых около 96 тыс. т, или 56% всего вылова, добыли в Западно-Беринговоморской и Чукотской зонах. Значимость северо-западной части Берингова моря особенно возросла в 2016-2020 гг., когда биомасса, обитающих здесь, группировок (местной анадырско-наваринской и приходящей из восточной части моря восточно-беринговоморской) достигла максимальных значений с конца 1960-х гг. прошлого века. Рост запасов трески до аномально высокого уровня (1,1-1,6 млн т) был обусловлен потеплением северной части моря и формированием доступной кормовой базы, способствующими появлению нескольких урожайных поколений и обуславливающими высокий уровень миграции рыб из восточной части моря. Значительная их биомасса позволила увеличить прогнозные и фактические уловы трески до 120,0 и 105,3 тыс. т, соответственно. Начавшийся в 2021 г. процесс выхолаживания акватории Берингова моря с одновременным увеличением площади холодного Лаврентьевского пятна, ограничивающего распространение скоплений трески на северо-запад моря, выход из промысла многочисленных поколений 2011, 2017, 2018 гг. и отсутствие новых урожайных генераций, привело к снижению запасов и уловов рыб до среднемноголетнего уровня. Происходящие процессы в динамике численности трески северо-западной части Берингова моря и сопутствующие последствия, для эффективности ее промысла, необходимо учитывать при принятии конкретных управлеченческих решений в отношении пользователей ресурсов данного вида.

Авторы выражают благодарность Ванюшину Георгию Петровичу и всем сотрудникам Отдела спутникового мониторинга среды обитания Центрального института ФГБНУ «ВНИРО» за предоставленные карты аномалий температуры поверхности северо-западной части Тихого океана за 2018, 2019, 2022 и 2023 годы.

Авторы также признательны сотрудникам Тихоокеанского, Камчатского филиалов и Центрального института ФГБНУ «ВНИРО», участвовавшим в научно-исследовательских работах в Беринговом море, а также – членам судовых экипажей, оказывавшим помощь в сборе первичных данных, используемых в настоящей работе.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **Датский А.В.** – идея работы, анализ данных, подготовка статьи, окончательная проверка и оформление статьи; **Антонов Н.П.** – название работы, анализ и обсуждение данных, проверка статьи; **Савин А.В.** – сбор и анализ данных, подготовка наглядного материала, проверка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: Datsky A.V. – the idea of the work, data analysis, preparation of the article, final verification and design of the article; Antonov N.P. – title of the work, analysis and discussion of data, verification of the article; Savin A.V. – data collection and analysis, preparation of visual material, verification of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Антонов Н.П., Датский А.В. Использование сырьевой базы морских рыб в Дальневосточном рыбозаводственном бассейне в 2018 г. // Рыбное хозяйство. 2019. № 3. С. 66-76.
2. Датский А.В., Кулик В.В., Датская С.А. Динамика обилия массовых промысловых рыб дальневосточных морей и прилегающих районов открытой части Тихого океана и влияющие на неё факторы // Труды ВНИРО. 2021. Т. 186. С. 31-77. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-186-31-77>
3. Датский А.В., Самойленко В.В. Сыревая база водных биологических ресурсов в российских водах Берингова моря и её стоимость // Вопросы рыболовства. 2021. Т. 22, № 1. С. 64-99. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-1-64-99
4. Петрова-Тычкова М.А. Материалы по биологии трески Наваринского района // Изв. ТИНРО. 1954. Т. 42. С. 269-276.
5. Орлов А.М., Афанасьев П.К. Отолитометрия как инструмент анализа популяционной структуры тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* (Gadidae, Teleostei) // Амурский зоологический журнал. 2013. вып.3(3). С. 327-331.
6. Смирнова М.А., Орлова С.Ю., Миуге Н.С., Мухаметов И.Н., Смирнов А.А., Орлов А.М. Генетическая дифференциация тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* в Охотском и Беринговом морях // Доклады Академии наук. 2015. Т. 465. № 3, С. 375-379.
7. Орлова С.Ю., Смирнова М.А., Строганов А.Н., Мухаметов И.Н., Смирнов А.А., Ким Сен Ток, J.-H. Park, Орлов А.М. Филогеография тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* на основе анализа полиморфизма контрольного региона mtДНК // Генетика. 2019. Т. 55. № 5. С. 531-543.
8. Строганов А.Н. Треска от плиоцена до современности: генезис и специфика процессов формообразования. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2020. 145 с.
9. Степаненко М.А. Распределение, поведение и численность тихоокеанской трески в Беринговом море // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35, № 1. С. 53-59.
10. Долганов В.В. Распределение и миграции трески Берингова моря // Отчет о НИР № 21774. Архив ТИНРО-центра. 1995. 56 с.
11. Степаненко М.А. Межгодовая изменчивость пространственной дифференциации минтая *Theragra chalcogramma* и трески *Gadus macrocephalus* Берингова моря // Вопросы ихтиологии. 1997. Т. 37, № 1. С. 19-26.
12. Бурякова М.Е., Орлов А.М., Ходаков А.В., Савиных В.Ф. 2010. Сезонная и многолетняя динамика распределения трески в зоне разграничения морских пространств РФ и США // Труды ВНИРО. Т. 149. С. 302-318.
13. Антонов Н.П. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел: монография. М.: Изд-во ВНИРО. 2011. 244 с.

14. Кловач Н.В., Ровнина О.А., Кольцов Д.В. Биология и промысел тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* в Анадырско-Наваринском районе Берингова моря // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35, вып. 1. С. 48-52.
15. Булатов О.А., Богданов Г.А. 2013. Отечественный промысел тихоокеанской трески в российских водах // Тихоокеанская треска дальневосточных вод России / под ред. А.М. Орлова. М.: Изд-во ВНИРО. С. 234-252.
16. Датский А.В., Андронов П.Ю. Ихиоцен верхнего шельфа северо-западной части Берингова моря: монография. Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 2007. 261 с.
17. Датский А.В. Особенности биологии массовых рыб в Олюторско-Наваринском районе и прилегающих водах Берингова моря. 1. Семейство тресковые (*GADIDAE*) // Вопросы ихтиологии. 2016. Т. 56, вып. 6. С. 705-725.
18. Савин А.Б. Запасы и промысел трески (*Gadus macrocephalus*, *Gadidae*) северо-западной части Берингова моря в 1965-2022 гг. // Изв. ТИНРО. 2023. Т. 203, вып. 3. С. 465-489. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-465-489
19. Barbeaux S.J., Barnett L., Connor J., Nielson J., Shotwell S.K., Siddon E., Spies I. Assessment of the Pacific Cod Stock in the Eastern Bering Sea. Seattle: Alaska Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration. 2022. 177 p.
20. Federal Register. Vol. 88, № 47. Friday, March 10, 2023. Rules and Regulations. 31 p.
21. Kearney K. Cold Pool // Ecosystem Status Report 2022: Eastern Bering Sea. Anchorage: North Pacific Fishery Management Council. 2022. P. 60-63.
22. Басюк Е.О. Гидротермический режим Берингова моря // Крабы-2023 (путинский прогноз). - Владивосток: Изд-во ТИНРО. 2023. С. 9-10.
23. Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. Программа ФГУП ВНИРО. М.: Изд-во ВНИРО. 2005. 48 с.
24. Савин А.Б. Нерестилища тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* в северо-западной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. 2016. Т. 187. С. 48-71. DOI: 10.26428/1606-9919-2016-187-48-71.
25. Моисеев П.А. Треска и камбалы дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. 1953. Т. 40. 287 с.
- Phylogeography of the Pacific cod *Gadus macrocephalus* based on the analysis of polymorphism of the mtDNA control region // Genetics. Vol. 55. No. 5. Pp. 531-543. (In Russ.).
8. Stroganov A.N. (2020). Cod from the Pliocene to the present: genesis and specificity of the processes of formation. M.: Association of Scientific Publications CMC. 145 p. (In Russ.).
9. Stepanenko M.A. (1995). Distribution, behavior and abundance of Pacific cod in the Bering Sea // Vopr. Ichthyology. Vol. 35. No. 1. Pp. 53-59. (In Russ.).
10. Dolganov V.V. (1995). Distribution and migration of cod of the Bering Sea // Research Report No. 21774. TINRO Center archive. 56 p. (In Russ.).
11. Stepanenko M.A. (1997). Interannual variability of spatial differentiation of pollock *Theragra chalcogramma* and cod *Gadus macrocephalus* of the Bering Sea // Vopr. Ichthyology. Vol. 37. No. 1. Pp. 19-26. (In Russ.).
12. Buryakova M.E., Orlov A.M., Khodakov A.V., Savinykh V.F. (2010). Seasonal and long-term dynamics of cod distribution in the zone of delimitation of the maritime spaces of the Russian Federation and the USA // Proceedings of VNIRO. Vol. 149. Pp. 302-318. (In Russ.).
13. Antonov N.P. (2011). Commercial fish of the Kamchatka Territory: biology, stocks, fishing: monograph. M.: Publishing house VNIRO. 244 p. (In Russ.).
14. Klovach N.V., Rovnina O.A., Koltsov D.V. (1995). Biology and fishing of Pacific cod *Gadus macrocephalus* in the Anadyr-Navarin district of the Bering Sea // Questions of ichthyology. Vol. 35, issue 1. Pp. 48-52. (In Russ.).
15. Bulatov O.A., Bogdanov G.A. (2013). Domestic fishing of Pacific cod in Russian waters // Pacific cod of the Far Eastern waters of Russia / edited by A.M. Orlov. M.: VNIRO Publishing House. Pp. 234-252. (In Russ.).
16. Datsky A.V., Andronov P.Yu. (2007). Ichthyocene of the upper shelf of the northwestern part of the Bering Sea: monograph. Magadan: SVNTs FEB RAS. 261 p. (In Russ.).
17. Datsky A.V. (2016). Features of the biology of mass fish in the Olyutorsko-Navarin district and adjacent waters of the Bering Sea. 1. The cod family (*GADIDAE*) // Questions of ichthyology. Vol. 56. Issue. 6. Pp. 705-725. (In Russ.).
18. Savin A.B. (2023). Stocks and fishing of cod (*Gadus macrocephalus*, *Gadidae*) in the north-western part of the Bering Sea in 1965-2022. // Izv. TINRO. Vol. 203, vol. 3. Pp. 465-489. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-465-489. (In Russ.).
19. Barbeaux S.J., Barnett L., Connor J., Nielson J., Shotwell S.K., Siddon E., Spies I. (2022). 2. Assessment of the Pacific Cod Stock in the Eastern Bering Sea. Seattle: Alaska Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration. 177 p.
20. Federal Register. Vol. 88, № 47. Friday, March 10, 2023. Rules and Regulations. 31 p.
21. Kearney K. (2022). Cold Pool // Ecosystem Status Report 2022: Eastern Bering Sea. Anchorage: North Pacific Fishery Management Council. Pp. 60-63.
22. Басюк Е.О. (2023). Hydrothermal regime of the Bering Sea // Crabs-2023 (Putin's forecast). Vladivostok: TINRO Publishing House. Pp. 9-10. (In Russ.).
23. Satellite monitoring of temperature conditions of fishing areas of the World Ocean. The program of FSUE VNIRO. M.: Publishing house VNIRO. 2005. 48 p. (In Russ.).
24. Savin A.B. (2016). Spawning grounds of the Pacific cod *Gadus macrocephalus* in the north-western part of the Pacific Ocean // Izv. TINRO. Vol. 187. Pp. 48-71. DOI: 10.26428/1606-9919-2016-187-48-71. (In Russ.).
25. Moiseev P.A. (1953). Cod and flounders of the Far Eastern Seas // Izv. TINRO. Vol. 40. 287 p. (In Russ.).

REFERENCES AND SOURCES

- Antonov N.P., Datsky A.V. (2019). The use of the raw material base of marine fish in the Far Eastern fisheries basin in 2018 // Fisheries. No. 3. Pp. 66-76. (In Rus., abstract in Eng.).
- Datsky A.V., Kulik V.V., Datskaya S.A. (2021). Dynamics of the abundance of mass commercial fish of the Far Eastern seas and adjacent areas of the open Pacific Ocean and factors affecting it // Proceedings of VNIRO. Vol. 186. Pp. 31-77. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-186-31-77>. (In Russ., abstract in Eng.).
- Datsky A.V., Samoylenko V.V. (2021). The raw material base of aquatic biological resources in the Russian waters of the Bering Sea and its value // Problems of Fisheries . Vol. 22, No. 1. Pp. 64-99. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-1-64-99. (In Rus., abstract in Eng.).
- Petrova-Tychkova M.A. (1954). Materials on the biology of the cod of the Navarin district // Izv. TINRO. Vol. 42. Pp. 269-276. (In Russ.).
- Orlov A.M., Afanasyev P.K. (2013). Otolithometry as a tool for analyzing the population structure of the Pacific cod *Gadus macrocephalus* (*Gadidae*, *Teleostei*) // Amur Zoological Journal. Vol.3(3). Pp. 327-331. (In Russ.).
- Smirnova M.A., Orlova S.Yu., Muge N.S., Mukhametov I.N., Smirnov A.A., Orlov A.M. (2015). Genetic differentiation of Pacific cod *Gadus macrocephalus* in the Okhotsk and Bering Seas // Reports of the Academy of Sciences. Vol. 465. No. 3, Pp. 375-379. (In Russ.).
- Orlova S.Yu., Smirnova M.A., Stroganov A.N., Mukhametov I.N., Smirnov A.A., Kim Sen Tok, J.-H. Park, Orlov A.M. (2019).

Материал поступил в редакцию/ Received 20.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 24.10.2023

**Синий краб *Paralithodes platypus* –
востребованный объект крабового промысла
в северо-западной части Охотского моря
(в Северо-Охотоморской подзоне)**

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-85-89 EDN trcdpv

Научная статья
УДК 595.384.8

Клинушкин Сергей Владимирович – главный специалист лаборатории промысловых беспозвоночных, Магаданский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»), @lpb@magadanriro.ru, Магадан, Россия;

Метелёв Евгений Александрович – кандидат биологических наук, Руководитель Магаданского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»), @evgeniy_metelyov@mail.ru, Магадан, Россия;

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

Харитонов Александр Викторович – ведущий специалист лаборатории морских биоресурсов, Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»), @kharitonov69@bk.ru, Хабаровск, Россия

Адреса:

1. Магаданский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО») – 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 36/10
2. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») – 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19,
3. Северо-Восточный государственный университет – 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 13
4. Дагестанский государственный университет (ДГУ) – 367025, г. Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а
5. Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО») – 680038, Хабаровск, Амурский бульвар, д. 13а

Аннотация.

Рассматривается история изучения и промысла, основные биологические показатели синего краба *Paralithodes platypus*, обитающего в северо-западной части Охотского моря. На основе материалов, собранных в 2003-2022 гг., анализируется ход промысла и вылов этого вида краба. Показано, что перспективы промышленного освоения ценного объекта в ближайшие годы опасений не вызывают.

фото Метелёв Е.А.

Ключевые слова:

Охотское море, Северо-Охотоморская подзона, синий краб, промысел, вылов, освоение

Для цитирования:

Клинушкин С.В., Метелёв Е.А., Смирнов А.А., Харитонов А.В. Синий краб *Paralithodes platypus* – востребованный объект крабового промысла в северо-западной части Охотского моря (в Северо-Охотоморской подзоне) // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 85-89. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-85-89 EDN trcdpv

THE BLUE CRAB *PARALITHODES PLATYPUS* IS A SOUGHT–AFTER OBJECT OF CRAB FISHING IN THE NORTH-WESTERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK (IN THE NORTH OKHOTSK SEA SUBZONE)

Sergey V. Klinushkin – Chief Specialist of the Laboratory of Commercial Invertebrates, Magadan Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution (MagadanNIRO), @lpb@magadanniro.ru , Magadan, Russia;

Evgeny A. Metelev – Candidate of Biological Sciences, Head of the Magadan Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution (MagadanNIRO), @evgeniy_metelev@mail.ru , Magadan, Russia;

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

Alexander V. Kharitonov – leading specialist of the Laboratory of Marine Bioresources, Khabarovsk Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution ("Khabarovsk Research Institute"), @kharitonov69@bk.ru , Khabarovsk, Russia

Addresses:

1. Magadan branch of FGBNU VNIRO (MagadanNIRO) – 685000, Magadan, Portovaya str., 36/10

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

3. North-Eastern State University – 685000, Magadan, Portovaya str., 13

4. Dagestan State University (DSU) – 43a Gadzhieva str., Makhachkala, 367025

5. Khabarovsk branch of VNIRO Federal State Budgetary Institution ("Khabarovsk NIRO") – 680038, Khabarovsk, Amur Boulevard, 13a

Annotation. The history of the study and fishing, the main biological indicators of the blue king crab *Paralithodes platypus*, living in the north-western part of the Sea of Okhotsk, are considered. Based on the materials collected in 2003-2022, the course of fishing and catching of this crab is analyzed. It is shown that the prospects of industrial development of this valuable object in the coming years do not cause concerns.

Keywords:

Sea of Okhotsk, north Okhotsk Sea subzone of the Sea of Okhotsk, blue king crab, fishing, catching, development

For citation:

Klinushkin S.V., Metelev E.A., Smirnov A.A., Kharitonov A.V. The blue crab *Paralithodes platypus* is a sought–after object of crab fishing in the north-western part of the Sea of Okhotsk (in the North Okhotsk Sea subzone) // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 85-89. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-85-89 EDN trcdpv

Синий краб *Paralithodes platypus* (J.F. Brandt in von Middendorf, 1851) – массовый и широко распространённый вид, обитает во всех дальневосточных морях: Японском, Охотском, Беринговом, Чукотском и в водах зал. Аляска [1; 2; 3; 4; 5; 6].

Основной промысел этого объекта ведётся в северной части Охотского моря, включающей в себя две промысловые подзоны: Северо-Охотоморскую и Западно-Камчатскую (далее – СОМ и ЗК). По данным ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи» (далее – ФГБУ «ЦСМС»), в 2016-2020 гг. вылов этого объекта в СОМ составил в среднем 0,56 тыс. т, в ЗК – 3,55 тыс. т [7].

Промысел и состояние запаса синего краба в Западно-Камчатской подзоне подробно рассмотрено Э.Р. Шагиняном [8; 9].

В СОМ обитает единица запаса синего краба средней численности, которая занимает обширную акваторию (около 50 тыс. км²). В северо-восточной части СОМ синий краб массово встречается в районе меридиана 153°30'в.д., занимая глубины до 170 метров. Этот меридиан в районе зал. Бабушкина и шельфа южнее вышеуказанного залива разделяет СОМ и ЗК. Западнее зал. Ба-

бушкина и зал. Забияка синий краб повсеместно обитает в прибрежной зоне СОМ на глубинах до 100 метров. За пределами этой узкой полосы краб населяет акваторию банки Ионы, кольцом окаймляет о. Ионы в северо-западной части моря.

Изучение биологии и распределения синего краба северной части Охотского моря началось сотрудниками Магаданского филиала ТИНРО в 1992 г., с акватории банки и о. Ионы. С 1993 г. собирается биологическая и промысловая информация на шельфе южнее зал. Бабушкина. С начала 2000-х годов исследовательскими работами стала охватываться и 12-ти мильная прибрежная часть моря. Площадь исследованной части ареала синего краба в СОМ постепенно увеличивалась. В 2003 г. она составляла 8,4 тыс. км², в 2008 г. – 39 тыс. км², в 2012 г. – около 50 тыс. км². В 2020 г. одновременно была проведена учетно-ловушечная съемка практически на всей акватории его обитания в СОМ. Оценки промыслового запаса синего краба в последние годы (2017-2022 гг.) держатся на уровне 16,8-18,3 тыс. тонн.

В XXI в. проведены различные исследования биологии синего краба в северной части Охотско-

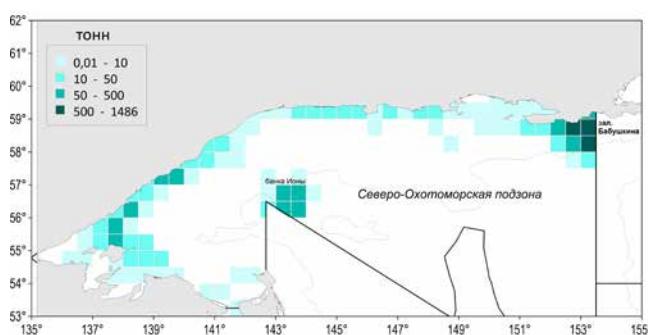


Рисунок 1. Районы основных скоплений синего краба в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря (суммарный вылов за 2004–2022 гг., по данным судовых суточных донесений (ССД))

Figure 1. Areas of the main blue king crab clusters in the North Okhotsk Sea subzone of the Sea of Okhotsk (total catch for 2004–2022 according to ship's daily reports (SSDs))

го моря. Показано, что темп роста синего краба в северо-западной части Охотского моря (зона действия ядра холода) ниже, чем в северо-восточной его части (воздействие относительно более теплых тихоокеанских вод) [10]. Различный теплозапас вод сказывается на биологических особенностях синего краба, в частности, наблюдается уменьшение средней ширины карапакса (клинальная изменчивость) по направлению с востока на запад (от зал. Шелихова до Аяно-Шантарского района), вдоль североохотоморского побережья [11]. Рассмотрены также другие особенности биологии: распределение, размерный состав, морфометрия, размер наступления 50% половозрелости самцов и самок, плодовитость, паразиты, питание, выживаемость при ловушечном промысле [12–21].

Начиная с 2004 г. в распоряжение МагаданНИРО начали поступать данные от ФГБУ «ЦСМС» о среднесуточном вылове каждого судна на промысле водных биологических ресурсов. На рисунке 1 представлено схематичное распределение суммарного вылова синего краба, по данным официальной промысловой статистики за 2004–2022 годы.

В западной части СОМ ведется неспециализированный промысел синего краба (только в прилове к основному объекту вылова – камчатскому крабу). В восточной части подзоны, в районе от 152° до 153°30'в.д., проводится специализированный промысел синего краба, на акватории зал. Бабушкина и на шельфе южнее вышеизначенного залива. В отдельные годы синего краба добывали и на акватории банки и о. Ионы.

В период с 2003 по 2010 гг. вылов синего краба находился в пределах 33–73% от общего допустимого улова (ОДУ). Хотя перспективность этого объекта промысла не вызывала сомнений, востребованного для крабодобывающих предприятий он стал лишь в последние двенадцать лет, когда его роль в рыболовстве в СОМ существенно усилилась. В 2011–2022 гг. освоение ОДУ было достаточно полным и составило в среднем 95% (рис. 2).

На промысел синего краба выходят ежегодно в среднем 16 судов (по годам их количество ме-

нялось от 9 до 23 единиц). Освоение синего краба в СОМ осуществляется среднетоннажными (СТР, СРТМ, КРПС, КЛС, СРТР, ТР) и малотоннажными (МРС, РС, МКРТМ, МРТР, МДС) судами. Суда оснащены прямоугольными или коническими ловушками. Конусовидные крабовые ловушки японской конструкции имеют диаметр нижнего основания усечённого конуса 1,35 м, верхнего – 0,75 м, высоту – 0,56 м, с одним входным отверстием на верху ловушки. Прямоугольные ловушки американской конструкции имеют преимущественно такие размеры: 1,9 м × 1,8 м × 0,8 м, с двумя прямоугольными входными отверстиями на противоположных боковых сторонах.

При этом количество судов, использующих прямоугольные ловушки, сокращается: с 2009 г. лишь одно судно отчитывается о добыче синего краба в СОМ прямоугольными ловушками.

Рассматривая сезонную динамику промысла, можно сказать, что основной вылов приходится на июнь–июль и октябрь–ноябрь, в этот период осваивается в среднем около 290 т или около 80% всех объёмов добычи (рис. 3).

В нашем распоряжении имеются данные ССД, учётных съёмок и мониторинга промысла, которые позволяют сопоставить между собой промысловые участки по таким важным показателям как средние размеры и масса всех самцов, а также – промысловой его части, доля промысловых особей и улов на ловушку. При сравнении видно, что наиболее рентабельным участком для промысла является район зал. Бабушкина, а самые низкие промыслово-биологические показатели наблюдаются на акватории западнее 147°в.д. (табл. 1).

В период с 2004 по 2015 гг. промысловая нагрузка часто смещалась из одного участка в другой. С 2016 г. в подавляющем большинстве случаев суда отчитываются о вылове синего краба в районе зал. Бабушкина. Отмеченный факт послужил причиной того, что с 2019 г. промысловый запас и ОДУ стали рассчитывать на локальном участке, где сосредоточен промысел. В настоящее время добыча синего краба сосредоточена в районе зал. Бабушкина, где синий краб имеет самые высокие биологические характеристики, и его

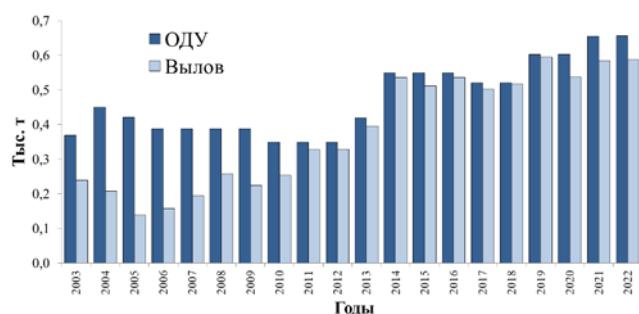


Рисунок 2. Динамика ОДУ и официального вылова синего краба в Северо-Охотоморской подзоне в 2003–2022 годах

Figure 2. Dynamics of the ODE and official catch of the blue king crab in the North Okhotsk subzone in 2003–2022

уловы на усилие обеспечивают наиболее рентабельный промысел.

Согласно действующим «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыболово-промышленного бассейна», утверждённым приказом Минсельхоза РФ от 06.05.2022 г. № 285, действует ряд мер, ограничивающих рыболовство и направленных на рациональное использование промыслового ресурса. Для синего краба Северо-Охотоморской подзоны установлен промысловый размер не менее 130 мм по ширине карапакса. Действует запрет на промысел в период с 1 августа по 30 сентября. Также Приказом Минсельхоза РФ от 27.11.2013 г. № 438 введены его минимальные объёмы добычи (вылова) в сутки на одно судно. В новом приказе Минсельхоза России от 13.08.2021 г. № 291 минимальные объёмы добычи остались прежними. Для Северо-Охотоморской рыбопромысловой

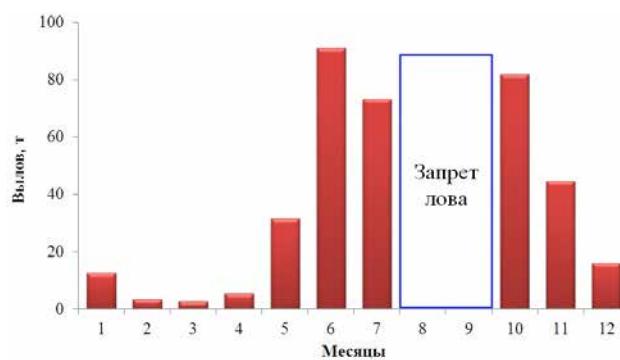


Рисунок 3. Сезонная динамика вылова синего краба в Северо-Охотоморской подзоне в 2004–2022 гг. (усреднённые данные)

Figure 3. Seasonal dynamics of blue king crab catch in the North Okhotsk subzone in 2004–2022. (averaged data)

подзоны указанный объём для среднетоннажных судов – 0,37 т, для малотоннажных – 0,13 тонн. Дополнительных ограничений рыболовства для синего краба в настоящее время не требуется.

Результаты многолетних регулярных исследований МагаданНИРО показывают, что промысловый запас синего краба в СОМ Охотского моря стабилен и будет востребован промышленностью.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов:

С.В. Клинушкин – идея и подготовка статьи, сбор и обработка первичных материалов; **Е.А. Метелёв** – анализ данных, подготовка статьи; **А.А. Смирнов** – подготовка обзора литературы, окончательная проверка статьи, **А.В. Харитонов** – сбор и обработка первичных материалов. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors:

S.V. Klinushkin – idea and preparation of the article, collection and processing of primary materials; **E.A. Metelëv** – data analysis, preparation of the article; **A.A. Smirnov** – preparation of the literature review, final verification of the article, **A.V. Kharitonov** – collection and processing of primary materials. All the authors participated in the discussion of the results.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Макаров В.В. Fauna Decapoda Берингова и Чукотского морей // Исследования дальневосточных морей СССР. М., Л.: АН СССР. 1941. Т. 1. С. 111-163.
- Ушаков П.В. Чукотское море и его донная фауна // Крайний Северо-Восток СССР. М.: изд-во АН СССР. 1952. Т. 2. С. 5-82.
- Букин С.Д., Мясоедов В.И., Низяев С.А., Слизкин А.Г., Терехов С.П., Галимзянов К.Г., Кочнев Ю.Р. Динамика пространственного распределения и некоторые особенности биологии синего краба северной части Тихого океана // Морские промысловые беспозвоночные. Сборник научных трудов. М.: ВНИРО. 1988. С. 4-16.
- Слизкин А.Г. Экологическая характеристика берингово-морской популяции синего краба // Изв. ТИНРО. 1972. Т. 81. С. 201-232.
- Слизкин А.Г. Особенности распределения крабов (Crustacea, Decapoda, Lithodidae et Majidae) в Беринговом море // Тр. ВНИРО. 1974. Т. 99. С. 29-37.
- Слизкин А.Г. Атлас-определитель крабов и креветок дальневосточных морей России. Владивосток: ТИНРО-центр. 2010. 256 с.
- Клинушкин С.В. Размер половозрелости синего краба *Paralithodes platypus* в северной части Охотского моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2022. № 64. С. 34-39.
- Шагинян Э.Р. Состояние запаса и оценка численности синего краба (*Paralithodes platypus*, Brandt) Западно-Камчатской подзоны в пути 2013 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2014. № 35. С. 56-62.
- Шагинян Э.Р. Промысел синего краба в Западно-Камчатской подзоне Охотского моря в 2013–2018 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2019. № 55. С. 92-106.
- Артёменков Д.В., Клинушкин С.В., Харитонов А.В., Сологуб Д.О. Особенности роста синего краба *Paralithodes platypus* в северной части Охотского моря // Онтогенез. 2022. Т. 53. № 5. С. 358-374.
- Мельник А.М., Абаев А.Д., Васильев А.Г., Клинушкин С.В., Метелёв Е.А. Крабы и крабоиды северной части Охотского моря. Магадан: МагаданНИРО. 2014. 198 с.
- Михайлова В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасёв А.Н. Промысловые беспозвоночные шельфа и континентального склона северной части Охотского моря. Магадан: МагаданНИРО. 2003. 284 с.
- Метелёв Е.А. Структура прилова при промысле синего краба (*Paralithodes platypus*, Brandt) в северо-восточной части Охотского моря в 2006 г. // Чтения памяти акад. К.В. Симакова: тез. докл. Всерос. конф. (Магадан, 27–29 ноября 2007 г.). Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 2007. С. 165-166.
- Метелёв Е.А., Овсянников В.П. Современное состояние промыслового запаса синего краба в открытой части моря Северо-Охотоморской подзоны и перспективы его освоения // Состояние рыболово-промышленных исследований в бассейне северной части Охотского моря. Сборник научных трудов. Вып. 3. Магадан: МагаданНИРО. 2009. С. 165-172.
- Метелёв Е.А. К вопросу о смертности крабов при ловушечном промысле // Состояние рыболово-промышленных исследований в бассейне северной части Охотского моря: Сборник научных трудов. Вып. 3. Магадан: МагаданНИРО. 2009. С. 173-181.
- Метелёв Е.А., Щербакова Ю.А. Питание равношипого краба *Lithodes aequispinus* и синего *Paralithodes platypus* крабов, обитающих на шельфе и материковом склоне северной части Охотского моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. П.-Камчатский. 2018. Вып. 49. С. 5-11.
- Клинушкин С.В. Структура крабового сообщества по данным прибрежного подлёдного лова в бухте Весёлая (Тауйская губа, Охотское море) в 2010 г. // Геология, география, биологическое разнообразие и ресурсы северо-востока России. Тез. докл. Дальневосточ. регион. конф. Магадан. 2011. С. 138-139.

18. Клинушкин С.В. Некоторые данные о выживаемости синего краба при ловушечном промысле в северной части Охотского моря // Отчётная сессия МагаданНИРО по результатам научных исследований 2013 г.: материалы докладов. Магадан: Типография. 2014. С. 94-99.
19. Клинушкин С.В. Питание синего краба *Paralithodes platypus* в заливе Бабушкина (Охотское море) в 2011 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. П.-Камчатский. 2018. Вып. 49. С. 69-74.
20. Клинушкин С.В. Плодовитость синего краба в северной части Охотского моря // Труды ВНИРО. 2019. Т. 175. С. 36-47.
21. Клинушкин С.В., Харитонов А.В., Диденко Д.С. Внутривидовая морфологическая изменчивость синего краба северной части Охотского моря // Труды ВНИРО. 2021. Т. 185. С. 22-31.

REFERENCES AND SOURCES

1. Makarov V.V. (1941). Fauna Decapoda of the Bering and Chukchi seas // Studies of the Far Eastern seas of the USSR. M., L.: USSR Academy of Sciences. Vol. 1. Pp. 111-163. (In Russ.).
2. Ushakov P.V. (1952). The Chukchi Sea and its bottom fauna // Extreme North-East of the USSR. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. Vol. 2. Pp. 5-82. (In Russ.).
3. Bukin S.D., Myasoedov V.I., Nizyaev S.A., Slizkin A.G., Terekhov S.P., Galimzyanov K.G., Kochnev Yu. R. (1988). Dynamics of spatial distribution and some features of biology of the blue crab of the North Pacific Ocean // Marine commercial invertebrates. Collection of scientific papers. Moscow: VNIRO. Pp. 4-16. (In Russ.).
4. Slizkin A.G. (1972). Ecological characteristics of the Bering Sea blue crab population // Izv. TINRO. Vol. 81. Pp. 201-232. (In Russ.).
5. Slizkin A.G. (1974). Features of the distribution of crabs (*Crustacea, Decapoda, Lithodidae et Majidae*) in the Bering Sea // Tr. VNIRO. Vol. 99. Pp. 29-37. (In Russ.).
6. Slizkin A.G. (2010). Atlas-determinant of crabs and shrimps of the Far Eastern seas of Russia. Vladivostok: TINRO-center. 256 p. (In Russ.).
7. Klinushkin S.V. (2022). The size of the sexual maturity of the blue crab *Paralithodes platypus* in the northern part of the Sea of Okhotsk // Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the north-western part of the Pacific Ocean. No. 64. Pp. 34-39. (In Russ.).
8. Shaginyan E.R. (2014). The state of the stock and the estimation of the abundance of the blue crab (*Paralithodes platypus*, Brandt) of the West Kamchatka subzone in Putin 2013 // Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the north-western Pacific Ocean. No. 35. Pp. 56-62. (In Russ.).
9. Shaginyan E.R. (2019). Blue crab fishing in the West Kamchatka subzone of the Sea of Okhotsk in 2013-2018. // Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the northwestern Pacific Ocean. No. 55. Pp. 92-106. (In Russ.).
10. Artymenkov D.V., Klinushkin S.V., Kharitonov A.V., Sologub D.O. (2022). Growth features of the blue crab *Paralithodes platypus* in the northern part of the Sea of Okhotsk // Ontogenesis. Vol. 53. No. 5. Pp. 358-374. (In Russ.).
11. Melnik A.M., Abaev A.D., Vasiliev A.G., Klinushkin S.V., Metelev E.A. (2014). Crabs and craboids of the northern part of the Sea of Okhotsk. Magadan: MagadanNIRO. 198 p. (In Russ.).
12. Mikhailov V.I., Bandurin K.V., Gornichnykh A.V., Karasev A.N. (2003). Commercial invertebrates of the shelf and continental slope of the northern part of the Sea of Okhotsk. Magadan: MagadanNIRO. 284 p. (In Russ.).
13. Metelev E.A. (2007). By-catch structure in the fishing of blue crab (*Paralithodes platypus*, Brandt) in the north-eastern part of the Sea of Okhotsk in 2006 // Readings in memory of Academician K.V. Simakov: tez. dokl. All-Russian Conference (Magadan, November 27-29, 2007). Magadan: SVNTS FEB RAS. Pp. 165-166. (In Russ.).
14. Metelev E.A., Ovsyannikov V.P. (2009). The current state of the blue crab fishing stock in the open part of the sea of the North Okhotsk Sea subzone and prospects for its development // The state of fisheries research in the basin of the northern part of the Sea of Okhotsk.



Collection of scientific papers. Issue 3. Magadan: MagadanNIRO. Pp. 165-172. (In Russ.).

15. Metelev E.A. (2009). On the issue of crab mortality in trap fishing // The state of fisheries research in the basin of the northern part of the Sea of Okhotsk: A collection of scientific papers. Issue 3. Magadan: MagadanNIRO. Pp. 173-181. (In Russ.).
16. Metelev E.A., Shcherbakova Yu.A. (2018). Nutrition of the flat-nosed crab *Lithodes aequispinus* and blue *Paralithodes platypus* crabs living on the shelf and the continental slope of the northern part of the Sea of Okhotsk // Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the north-western part of the Pacific Ocean. P.-Kamchatsky. Issue 49. Pp. 5-11. (In Russ.).
17. Klinushkin S.V. (2011). The structure of the crab community according to the data of coastal ice fishing in Veselaya Bay (Tauiskaya Bay, Sea of Okhotsk) in 2010 // Geology, geography, biological diversity and resources of the North-East of Russia. Tez. dokl. Far East. region. conf. Magadan. Pp. 138-139. (In Russ.).
18. Klinushkin S.V. (2014). Some data on the survival of blue crab during trap fishing in the northern part of the Sea of Okhotsk // MagadanNIRO reporting session on the results of scientific research in 2013: materials of reports. Magadan: Printing house. Pp. 94-99. (In Russ.).
19. Klinushkin S.V. (2018). Nutrition of the blue crab *Paralithodes platypus* in Babushkina Bay (Sea of Okhotsk) in 2011 // Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the north-western part of the Pacific Ocean. P.-Kamchatsky. Issue 49. Pp. 69-74. (In Russ.).
20. Klinushkin C.V. (2019). Fertility of the blue crab in the northern part of the Sea of Okhotsk // Proceedings of VNIRO. Vol. 175. Pp. 36-47. (In Russ.).
21. Klinushkin C.V., Kharitonov A.V., Didenko D.C. (2021). Intraspecific morphological variability of the blue crab of the northern part of the Sea of Okhotsk // Proceedings of VNIRO. Vol. 185. Pp. 22-31. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 04.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 17.10.2023

Северо-Курильская зона: «пользовательский состав» промыслового ресурса – минтай с 2015 по 2022 годы

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-90-95 EDN mairtw

Научная статья
УДК 639.22/.23

Лисиенко Светлана Владимировна – доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Промышленное рыболовство», @lisienkosv@mail.ru, Владивосток, Россия –

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»
(ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»)

Адрес: 690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52 Б

Аннотация.

В статье представлены результаты анализа распределения объемов (квот) добычи (вылова) минтая между пользователями для осуществления промышленного, прибрежного рыболовства и квот для инвестиционных целей рыболовства в Северо-Курильской промысловой зоне с 2015 по 2022 гг.

Ключевые слова:

квоты добычи (вылова), промышленное и прибрежное рыболовство, Северо-Курильская промысловая зона, общедопустимый улов, инвестиционные квоты, пользователи ВБР.

Для цитирования:

Лисиенко С.В. Северо-Курильская зона: «пользовательский состав» промыслового ресурса – минтай с 2015 по 2022 годы // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 90-95.

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-90-95 EDN mairtw

THE NORTH KURIL ZONE: "USER COMPOSITION" OF THE COMMERCIAL RESOURCE – POLLOCK FROM 2015 TO 2022

Svetlana V. Lisienko – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department "Industrial Fishing",
 @ lisienkosv@mail.ru , Vladivostok, Russia
Far Eastern State Technical Fisheries University (Dalrybtuz)
 Address: 690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52 B

Annotation. The article presents the results of the analysis of the distribution of volumes (quotas) of pollock production (catch) between users for industrial, coastal fishing and quotas for investment purposes of fishing in the North Kuril fishing Zone from 2015 to 2022.

Keywords:

quotas of production (catch), industrial and coastal fishing, North Kuril fishing zone, common catch, investment quotas, users of the UBR

For citation:

Lisienko S.V. North Kuril zone: "User composition" of a commercial resource – pollock from 2015 to 2022 // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 90-95. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-90-95 EDN mairtw

Основным принципом долговременного развития отечественного рыболовства и поддержания его на высоком «потребительском» уровне, безусловно, является принцип рационального использования сырьевой базы морских акваторий страны. [1]. Промысловые зоны, подзоны и промысловые районы, как многовидовые системы с естественным обитанием водных объектов разных видов, являются объектами стратегического планирования природных ресурсов на уровне государственного регулирования и управления отечественными ресурсами водного происхождения [1; 2]. В современных условиях реализация данного уровня регулируется государством посредством действующей системы распределения водных биоресурсов между субъектами их освоения – пользователями, результатами рыбодобывающей деятельности которых и являются объемы добычи и объемы выпущенной готовой продукции. Учитывая динамику изменения состава пользователей, их добывающе-производственного потенциала, динамику изменения сырьевой базы рыболовства в отечественных промысловых зонах, проведение аналитических исследований, основанных на системном анализе данных по распределению квот между пользователями водных биологических ресурсов, с целью разработки мероприятий по повышению эффективности и оптимизации механизма распределения квот и последующего их освоения, является актуальным направлением современных исследований организационно-управленческой направленности в области промышленного рыболовства.

Объектом, проводимых в настоящее время аналитических исследований, пользовательского состава, сформированного для промышленного и (или) прибрежного освоения водных биоресурсов отечественных промысловых зон Дальнего Востока, является основной его промысловый объект – минтай. Данный промысловый ресурс является крупно-одуемым объектом добычи, имеет наибольший промысловый объем по Дальневосточному рыболовству бассейну, имеет естественную промысловую

доступность во всех его промысловых зонах. Можно сказать, что минтай – золотой резерв отечественного рыболовства. И тем важнее становится его рациональное использование, с целью увеличения потребления выпущенной из него продукции российскими гражданами. Объемы ОДУ, распределение его объемов по промысловым зонам по видам рыболовства и видам квот, равно как и «зоновая» структура пользователей, имеют свои различия друг от друга, в т.ч. принципиальные.

Используемый в процессе таких исследований метод декомпозиционного расчленения, включающий как «позонное», так и «пообъектное» расчленение сырьевой базы Дальневосточного рыболовства бассейна, является универсальным научным методом, позволяющим осуществлять системные исследования. Реализация названного метода уже сегодня позволила исследовать и получить результаты по четырем зонам: Западно-Беринговоморской, Южно-Курильской, зонам «Охотское море» и «Японское море» [3-6].

В данной статье представлены аналитические результаты распределения промыслового объекта – минтай в Северо-Курильской промысловой зоне между организациями-пользователями, осуществляющими промышленное и прибрежное рыболовство. Интервал проведенного исследования 2015-2022 годы.

Для проведения системного анализа имеющегося распределения квот добычи (вылова) минтая между пользователями в Северо-Курильской зоне автором использованы нормативно-распорядительные документы, являющиеся открытыми данными банка правовых актов Федерального агентства по рыболовству [7-14].

В период с 2015 по 2022 гг. значения общедопустимого улова (далее – ОДУ) на вылов (добычу) минтая в Северо-Курильской промысловой зоне имели в среднем «стабильные» значения порядка 100,0-105 тыс. тонн. Они изменились на всем периоде от минимальных значений в 97,9 тыс. т в 2019 г. и в 93,4 тыс. т в 2022 г. до максимального значения в 118,4 тыс. т в 2017 году.

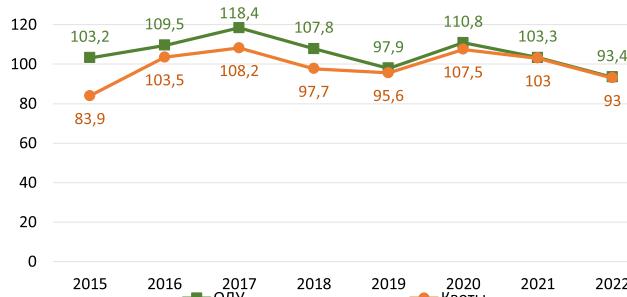


Рисунок 1. Объемы распределенных квот, приведенные к ОДУ с 2015 по 2022 годы

Figure 1. The volume of allocated quotas, given by the YEAR from 2015 to 2022

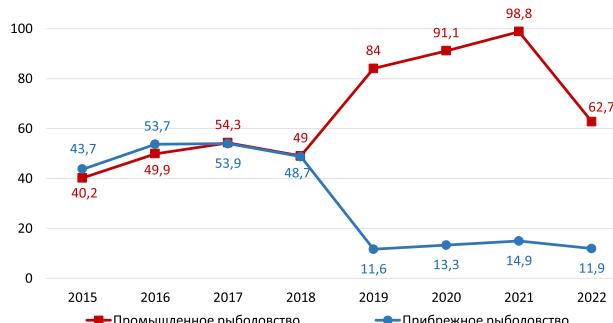


Рисунок 2. Динамика изменения соотношения объемов квот по видам: прибрежное и промышленное рыболовство с 2015 по 2022 годы

Figure 2. Dynamics of changes in the ratio of quota volumes by species: coastal and industrial fishing from 2015 to 2022

Распределение ОДУ минтая, применительно к видам квот его добычи (вылова), производилось в соответствии с нормативно-правовыми документами Росрыболовства на соответствующие годы [6; 7]. Удельный вес, распределенных в Северо-Курильской зоне объемов квот на вылов минтая для осуществления промышленного и (или) прибрежного рыболовства, а также квот добычи, предоставленных в инвестиционных целях в области рыболовства, составлял ежегодно в среднем порядка 4,5-6,2% в общем объеме соответствующих квот в Дальневосточном рыболовственном бассейне.

На рисунке 1 представлены данные по объемам, распределенных для вышеназванных целей,

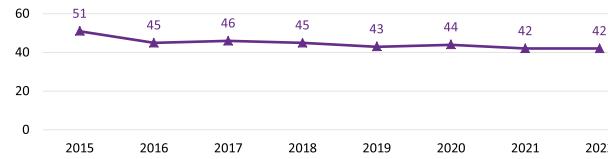


Рисунок 3. Динамика «пользовательского состава» квот добычи минтая в Северо-Курильской промысловый зоне по годам периода 2015-2022 гг., ед.

Figure 3. Dynamics of the "user composition" of pollock production quotas in the North Kuril fishing Zone by years of the period 2015-2022, units.

в области рыболовства квот минтая, приведенным к объемам установленных ОДУ.

Таким образом, в данном временном интервале удельный вес распределенных объемов по виду «промышленное и (или) прибрежное рыболовство» (с 2020 г. и для инвестиционных целей), в общем объеме установленных ОДУ по соответствующим годам, составлял: в 2015 г. – 81%, в 2016 г. – 94,6%, в 2017 г. – 91,4%, в 2018 г. – 90,6%, в 2019 г. – 97,7%, в 2020 г. – 97,7%, в 2021 г. – 99,8%, в 2022 г. – 99,6%.

Анализ распределляемых квот по видам «промышленное» и «прибрежное» рыболовство в данном интервале позволил определить их соотношение между собой. На рисунке 2 представлена динамика изменения соотношения объемов квот по видам рыболовства по годам.

Из данных видно, что соотношение распределенных объемов квот между видами и целями рыболовства имело изменчивую динамику по периодам 2015-2018 и 2019-2022 годы. Так, в 2015 г. соотношение: «объемы квот для промышленного рыболовства» / «объемы квот для прибрежного рыболовства» составляло – 47,9% / 52,1%, в 2016 г. – 48,8% / 51,2%, в 2017 – 2018 гг. – 50,2% / 49,8%. Таким образом, в периоде 2015-2018 гг. наблюдалась ежегодная «плавная» динамика изменения исследуемого соотношения в сторону увеличения объемов квот, выделенных для целей промышленного рыболовства. С 2019 г. зафиксирован резкий «скачок» продолжившегося увеличения объемов квот промышленного рыболовства на 42%. В этом году соотношение составило 87,9% / 12,1%. В последующие годы данное соотношение, с «перевесом» в сторону промышленного рыболовства, сохранялось: в 2020 г. – 87,6% / 12,4%, в 2021 г. – 85,5% / 14,5%, в 2022 г. – 85,4% / 14,6%. Кроме того, начиная с 2020 г. в структуру «видов» квот вошли объемы, предназначенные для инвестиционных целей. Их удельный вес, в общих объемах распределяемых квот на промышленное и прибрежное рыболовство, составил: в 2020 г. – 2,8%, в 2021 г. – 4,1%, в 2022 г. – 20,0%.

Анализ распределенных объемов квот минтая, в соответствии с закрепленными за пользователями долями в Северо-Курильской зоне [9-14], показал, что в период с 2015 по 2018 гг. они находились в пределах от десятка-сотни тонн до десяти тысяч тонн. С 2019 по 2022 гг. добавился объем квот свыше десяти тысяч тонн. Проведенное ранжирование объемов определило четыре интервальные группы: до 1 тыс. т (интервальная группа №1), 1-3 тыс. т (интервальная группа №2), 3-5 тыс. т (интервальная группа №3), 5-10 тыс. т (интервальная группа №4), 10-20 тыс. т (интервальная группа №5). По всем названным интервальным группам был определен «пользовательский состав».

Количество пользователей с объемами интервальной группы №1 за весь период с 2015 по 2022 гг. составило 34 ед., с объемами интервальной группы №2 – 14 ед., с объемами интервальной группы №3 – 10 ед., с объемами интервальной группы №4 – 6 ед., с объемами интервальной группы №5 – 1 ед. Общее количество зафиксиро-

ванных пользователей на данном временном интервале составило 65 ед. Таким образом, удельный вес пользователей интервальной группы №1, в общем количестве пользователей данного периода, составлял 52,4%, пользователей интервальной группы №2 – 21,5%, пользователей интервальной группы №3 – 15,4%, пользователей интервальной группы №4 – 9,2%, пользователей интервальной группы №5 – 1,5%.

Динамика изменения количества пользователей («пользовательского состава») в данной промысловой зоне по годам исследуемого периода представлена на рисунке 3.

Из данных, представленных на графике, видно, что в целом, на всем периоде наблюдалась динамика уменьшения количества пользователей с 51 ед. в 2015 г. до 42 ед. в 2022 году.

Исследование ежегодного количественного состава пользователей, имеющих объемы квот, отнесенных к каждой интервальной группе, и динамику его изменения показало, что основным объектом уменьшения численности пользователей стали те, кто имел объемы квот, соответствующие интервальной группе №1, т.е. до 1 тыс. тонн. За весь период количество таких пользователей сократилось на 29,6%, с 27-ми ед. в 2015 г. до 19 ед. в 2022 году. Причем, резкое падение численности этих пользователей произошло в 2016 г., когда численность уменьшилась на 18,5% – с 27 ед. до 22 ед. При этом, 8 из 27 ед. имели квоту только в 2015 году. В последующий период численность продолжала снижаться за счет «убытия» пользователей, имеющих квоты только в одном календарном году. «Стабильными» пользователями были 2 ед. на шестилетнем периоде (2015-2020 гг.), 3 ед. на семилетнем периоде (2015-2021 гг.) и 14 ед. на всем периоде (2015-2022 гг.). Средневзвешенные количественные значения по этой интервальной группе составили: по количеству пользователей – 21,4 ед., по объемам квот – 359,3 тонн. По интервальным группам №2 (1-3 тыс. т) и №3 (3-5 тыс. т) динамика изменения численного состава пользователей носила фрагментарный характер с выраженной периодичностью. Так, средневзвешенное количество пользователей группы №2 на всем периоде составило 9,25 ед.: по 6-ти годам – 9 ед., в двух годах (2017 г. 2020 г.) – 10 ед. «Стабильными» являлись пользователи, имеющие квоты на пятилетнем периоде: 2015-2019 гг. и 2018-2022 гг. и пользователи, имеющие квоту на всем периоде 2015-2022 гг. – 6 ед. Средневзвешенное значение по объемам квот в данной интервальной группе составило 1458,9 тонн. Средневзвешенное количество пользователей группы №3 на всем периоде составило 8,5 ед.: по 4-ем годам – 9 ед., (2015, 2020-2021 гг.), с 2016 по 2019 гг. – 8 ед. «Стабильными» были пользователи, имеющие квоты на семи и восемилетнем периодах: 2016-2022 гг. – 1 ед., 2015-2022 гг. – 7 ед. Средневзвешенное значение по объемам квот в данной интервальной группе составило 4177,8 тонн. По интервальной группе №4 (5-10 тыс. т) с 2015 г. по 2022 г. зафиксировано снижение численности пользователей с 6-ти ед. в 2015-2018 гг. до 4 ед. в 2020-2022 годы. «Стабильность» показы-

вали пользователи, имеющие квоты на всем периоде. Число таких пользователей составляло 4 ед. Два пользователя имели квоты до 2019 года. Средневзвешенные значения по объемам квот в данной интервальной группе составило 6370,8 т., по количеству пользователей – 5,125 ед. Объем квот, соответствующий интервальной группе №5 (10-20 тыс. т), был выделен в 2019 г. одному пользователю, который получил и имел ее в период с 2019 по 2022 годы. Средневзвешенные значения по объему квоты в данной интервальной группе составило 13552 тонн, по количеству пользователей – 0,5 ед. Общий средневзвешенный состав пользователей с 2015 по 2022 г. составил: по численности – 44,77 ед., по объемам квот – 25919,5 тонн.

Визуализация «пользовательского состава» промыслового ресурса – минтай в Северо-Курильской промысловой зоне с 2015 по 2022 г. представлена на рисунках 4 и 5. На рисунке 4 представлена «пользовательская структура», приведенная к интервальным группам по средневзвешенным

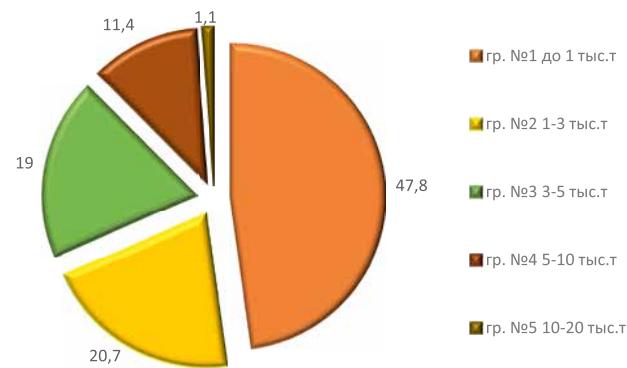


Рисунок 4. «Пользовательская структура», приведенная к интервальным группам по средневзвешенным значениям численности пользователей с 2015 по 2022 г., %

Figure 4. "User structure", reduced to interval groups by weighted average values of the number of users from 2015 to 2022., %

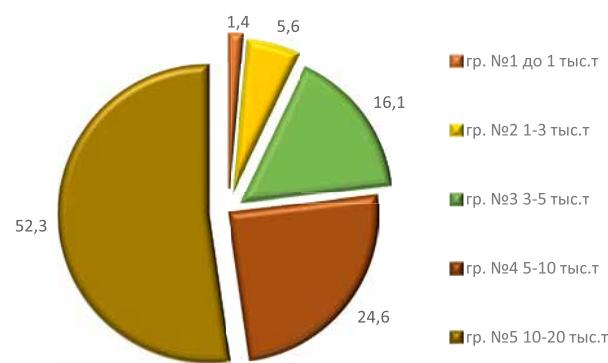


Рисунок 5. «Пользовательская структура», приведенная к интервальным группам по средневзвешенным значениям объемов квот с 2015 по 2022 г., %

Figure 5. "User structure", reduced to interval groups by weighted average values of quota volumes from 2015 to 2022, %



значениям численности пользователей с 2015 по 2022 год.

На рисунке 5 представлена «пользовательская структура», приведенная к интервальным группам по средневзвешенным значениям объемов квот с 2015 по 2022 год.

Анализ, представленных в диаграммах данных, позволил сформулировать следующий основной вывод о том, что в распределении промыслового ресурса – минтай в Северо-Курильской промысловой зоне с 2015 г. по 2022 г. подтверждена, сложившаяся в других промысловых зонах [3-5], устойчивая тенденция «веерного» распределения объемов между большим количеством пользователей.

Из 65-ти пользователей, имеющих квоты минтая в период с 2015 г. по 2022 г., «устойчивыми и стабильными», по мнению автора, являлись пользователи, имеющие 8-летний ежегодный объем квот от 3 до 5 тыс. т. и от 5 до 10 тыс. т, общим составом 11 ед. и 1 пользователь – с объемом квот от 10 до 20 тыс. тонн. Учитывая объемы ОДУ и распределяемых квот по данной промысловой зоне, имеющие приближенные или превышающие порог в 90-100 тыс. т значения, их «дробление», т.е. выделение объемов до 1 тыс. т и от 1 до 3 тыс. т с дальнейшим распределением между «большим» количеством пользователей (средневзвешенные значения 30,6 из 44,77 ед., 68% от всех пользователей по данной промысловой зоне), должно быть оправдано и целями, и видами рыболовства, а также составом флота пользователя и т.д. С точки зрения обеспечения принципа рациональности такого распределения, без учета определенной совокупности факторов, можно предположить с большой долей вероятности о его невыполнении для промышленного рыболовства такого промыслового ресурса как минтай.

Достижение рациональности в определении состава пользователей, в т.ч. в исследованной промысловой зоне, является на сегодняшний день «созревшей» необходимостью и, безусловно, требует взвешенного подхода и поступательных действий.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Лисиенко С.В. Совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов с целью успешной реа-

- лизации стратегического развития отечественного рыболовства// Рыбное хозяйство. 2013. № 3. С. 17-21.
2. Лисиенко С.В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР// Рыбное хозяйство. 2013. № 4. С. 34-41.
3. Лисиенко С.В., Хмелева О.В. Анализ распределения объемов добычи (вылова) минтая между пользователями в Западно-Беринговоморской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2015-2021 годов// Рыбное хозяйство. 2022. № 6. С. 32-35.
4. Лисиенко С.В., Хмелева О.В. Анализ распределения объемов добычи (вылова) минтая между пользователями в Южно-Курильской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2015-2021 гг. // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т.62, № 4. С. 85-93.
5. Лисиенко С.В. Минтай Японского моря: динамика распределения объемов квот добычи (вылова) для промышленного и прибрежного рыболовства в 2-15-2022 гг.// Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т.65, № 3. С. 71-81.
6. Лисиенко С.В. Анализ распределения квот добычи минтая между пользователями в зоне «Охотское море» с 2015 по 2022 годы // Рыбное хозяйство. 2023. №5. С. 23-29. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-5-23-29.
7. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях на 2015, 2016, 2017, 2018 гг..». Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023 г.).
8. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации и Каспийском море на 2019, 2020, 2021, 2022 гг..» с изменениями. Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023 г.).
9. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов для осуществления промышленного рыболовства на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации по пользователям в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на 2015, 2016, 2017, 2018 гг.» с изменениями. Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023 г.).
10. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна для осуществления прибрежного рыболовства по пользователям Российской Федерации на 2015, 2016, 2017, 2018 гг.». Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023 г.).
11. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «О распределении объема части общего допустимого улова водных биологических ресурсов, утвержденного применительно к квоте добычи (вылова) водных биологических ресурсов для осуществления промышленного рыболовства во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Рос-

сийской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации, для осуществления промышленного и (или) прибрежного рыболовства по пользователям в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на 2019, 2020, 2021, 2018 гг.» с изменениями. Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023 г.).

12. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «О распределении общих допустимых уловов водных биологических ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна применительно к видам квот их добычи (вылова) на 2020, 2021, 2022 гг.». Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023 г.).

13. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «О распределении объема части общего допустимого улова водных биологических ресурсов, утвержденного применительно к квоте добычи (вылова) водных биологических ресурсов, предоставленной на инвестиционные цели в области рыболовства для осуществления промышленного и (или) прибрежного рыболовства по пользователям в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на 2020, 2021, 2022 гг.» с изменениями. Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023 г.).

14. Постановление Правительства РФ от 23.08.2018 N 987 (ред. от 25.01.2022) "О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов в соответствии с частью 12 статьи 31 Федерального закона "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации" [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305899/ (дата обращения: 20.05.2023 г.).

REFERENCES AND SOURCES

1. Lisienko S.V. (2013). Improving the organization of the extraction of aquatic biological resources in order to successfully implement the strategic development of domestic fisheries// Fisheries. No. 3. Pp. 17-21. (In Russ., abstract in Eng.).
2. Lisienko S.V. (2013). On multi-species fishing in the context of improving the system organization of fishing in the VBR// Fisheries. No. 4. Pp. 34-41. (In Russ., abstract in Eng.).
3. Lisienko S.V., Khmeleva O.V. (2022). Analysis of the distribution of pollock production (catch) between users in the West Bering Sea zone of the Far Eastern fishing basin in the period 2015-2021// Fisheries. No. 6. Pp. 32-35. DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-32-35. (In Russ., abstract in Eng.).
4. Lisienko S.V., Khmeleva O.V. (2022). Analysis of the distribution of pollock production (catch) volumes between users in the South Kuril zone of the Far Eastern fishing basin in the period 2015-2021. // Scientific works of Dalrybvtuz. Vol.62, No. 4. Pp. 85-93. (In Russ.).
5. Lisienko S.V. Pollock of the Sea of Japan: dynamics of distribution of production (catch) quotas for industrial and coastal fishing in 2015-2022// Scientific works of Dalrybvtuz. Vol.65, No. 3. Pp. 71-81. (In Russ.).
6. Lisienko S.V. (2023). Analysis of the distribution of pollock production quotas between users in the Okhotsk Sea zone from 2015 to 2022 // Fisheries. No. 5. Pp. 23-29. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-5-23-29
7. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On Approval of the Total Allowable Catch of Aquatic Biological Resources in the Internal Sea Waters of the Russian Federation, in the Territorial Sea of the Russian Federation, on the Continental Shelf of the Russian Federation, in the Exclusive Economic Zone of the Russian Federation, in the Azov and Caspian Seas for 2015, 2016, 2017, 2018..". Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource].

The pre-stupa mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05/20/2023). (In Russ.).

8. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On Approval of the Total Allowable Catch of Aquatic Biological Resources in the Internal Sea Waters of the Russian Federation, in the Territorial Sea of the Russian Federation, on the Continental Shelf of the Russian Federation, in the Exclusive Economic Zone of the Russian Federation and the Caspian Sea for 2019, 2020, 2021, 2022.." with changes. Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05/20/2023). (In Russ.).

9. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On the distribution of Quotas for the Extraction (Catch) of Aquatic Biological Resources for Industrial Fishing on the Continental Shelf of the Russian Federation and in the Exclusive Economic Zone of the Russian Federation by Users in the Far Eastern Fisheries Basin for 2015, 2016, 2017, 2018" with changes. Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05/20/2023). (In Russ.).

10. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On the distribution of quotas for the extraction (catch) of aquatic biological resources of the Far Eastern Fisheries Basin for coastal fishing by users of the Russian Federation for 2015, 2016, 2017, 2018.". Notes of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05/20/2023). (In Russ.).

11. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On the Distribution of the Volume of a Part of the Total Allowable Catch of Aquatic Biological Resources Approved in Relation to the Quota of Extraction (Catch) of Aquatic Biological Resources for Industrial Fishing in the Internal Sea Waters of the Russian Federation, in the Territorial Sea of the Russian Federation, on the continental shelf of the Russian Federation, in the exclusive economic zone of the Russian Federation, for the implementation of industrial and (or) coastal fishing by users in the Far Eastern Fisheries Basin for 2019, 2020, 2021, 2018." with changes. Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05/20/2023). (In Russ.).

12. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On the distribution of total allowable catches of aquatic biological resources of the Far Eastern Fisheries basin in relation to the types of quotas for their extraction (catch) for 2020, 2021, 2022". Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05/20/2023). (In Russ.).

13. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On the distribution of the Volume of Part of the Total Allowable Catch of Aquatic Biological Resources Approved in Relation to the Quota of Extraction (Catch) of Aquatic Biological Resources Provided for Investment Purposes in the Field of Fishing for Industrial and (or) Coastal Fishing according to the users in the Far Eastern Fisheries Basin for 2020, 2021, 2022." with changes. Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (date of appeal: 20.05.2023). (In Russ.).

14. Decree of the Government of the Russian Federation of 23.08.2018 N 987 (ed. of 25.01.2022) "On the distribution of quotas for the extraction (catch) of aquatic biological resources in accordance with Part 12 of Article 31 of the Federal Law "On Fisheries and Conservation of aquatic biological Resources" and recognition of some acts of the Government of the Russian Federation as invalid" [Electronic resource]. The access mode is free. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305899/ (accessed: 05/20/2023). (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 13.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 17.10.2023



Миксоспоридии терпуговых рыб дальневосточных морей

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-96-102 EDN cdqafr

Миксоспоридии *Kudoa* sp.

Асеева Надежда Леонидовна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических ресурсов Дальневосточных и Арктических морей, Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («ТИНРО»),
@ aseeva.nadezhda@tinro.ru, Владивосток, Россия

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

Адреса:

1. Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») – 690091, Владивосток, п. Шевченко, д. 4
2. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») – 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19,
3. Северо-Восточный государственный университет – 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 13
4. Дагестанский государственный университет – 367025, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а

Аннотация.

Рассмотрена зараженность миксоспоридиями трёх видов раздельноперых терпугов рода *Hexagrammos* и двух видов одноперых терпугов рода *Pleurogrammus*.

В фауне миксоспоридий терпуговых рыб найдено 6 видов миксоспоридий: *Sphaeromyxa hexagrammi*, *Zschokkella russelli*, *Ceratomyxa azonisi*, *Alataspora bialata*, *Kudoa azoni*, *Kudoa* sp. При этом три вида (*S. hexagrammi*, *C. azonisi*, *K. azonis*) специфичны только для терпуговых рыб. Два вида (*Zschokkella russelli*, *Alataspora bialata*) являются широкоспецифичными, *Kudoa* sp. до вида не определен.

Установлено, что у раздельноперых терпугов зараженность миксоспоридиями была невысокой, а состав фауны обеднен. Одноперые, в отличие от раздельноперых терпугов, были более заражены и имели в своей фауне больше видов миксоспоридий. Но у обеих групп терпугов доминирует вид *Sphaeromyxa hexagrammi* из желчного пузыря, и паразиты мускулатуры рода *Kudoa* (*K. azoni*, *K. sp.*). Однако характер зараженности и распределение по районам исследования имеют значительные отличия, что связано в первую очередь с биологией этих терпугов. Меньшая степень различий у раздельноперых терпугов в экспансии инвазии различными видами миксоспоридий объясняется меньшей экологической пластичностью этих видов, по сравнению с одноперыми терпугами.

Автор фотографий: Асеева Н.Л.

Ключевые слова:

миксоспоридии, терпуговые рыбы, *Ceratomyxa azonusi*, *Alataspora bialata*, *Kudoa azoni*

Для цитирования:

Асеева Н.Л., Смирнов А.А. Миксоспоридии терпуговых рыб дальневосточных морей // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 96-102. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-96-102 EDN cdqafr

MYXOSPOREANS OF GREENING FISH OF THE FAR EASTERN SEAS

Nadezhda L. Aseeva – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Biological Resources of the Far Eastern and Arctic Seas, Pacific Branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO), @aseeva.nadezhda@tinro.ru, Vladivostok, Russia

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

Addresses:

1. Pacific Branch of VNIRO (TINRO) – 690091, Vladivostok, Shevchenko village, 4

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

3. North-Eastern State University – 685000, Magadan, Portovaya str., 13

4. Dagestan State University – 43a Gadzhieva str., Makhachkala, 367025

Annotation. The infection of three species of greenlings of the genus *Hexagrammos*, and two species of single-finned greenlings of the genus *Pleurogrammus*, was examined by myxosporeans. In the myxosporeans fauna of greening fish, 6 species of myxosporeans were found: *Sphaeromyxa hexagrammi*, *Zschokkella russelli*, *Ceratomyxa azonusi*, *Alataspora bialata*, *Kudoa azoni*, *Kudoa sp.*. At the same, three species (*S. hexagrammi*, *C. azonusi*, *K. azoni*) are specific only to greenling fish. Two species (*Z. russelli*, *A. bialata*) are broadly specific, *Kudoa sp.* not determined to species. It was established that in the common greenlings the infection with myxosporeans was low, and the composition of the fauna was poor. The one-finned greenlings, in contrast to the common-finned greenlings, were more infected and had more myxosporeans species in their fauna. But both greenlings are dominated by the gallbladder species *Sphaeromyxa hexagrammi*, and muscle parasites of the genus *Kudoa* (*K. azoni*, *K sp.*), but the nature of infestation and distribution across the study areas are very different. First of all, with the biology of these greenlings. A smaller degree of differences in the common greenlings in the expansion of invasion by various species of myxosporeans less ecological plasticity of these species, compared to the single-finned greenlings.

Keywords:

myxosporeans, greening fish, *Ceratomyxa azonusi*, *Alataspora bialata*, *Kudoa azoni*

For citation:

Aseeva N.L., Smirnov A.A. Myxosporeans of greening fish of the Far Eastern seas // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 96-102. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-96-102 EDN cdqafr

Терпуговые (*Hexagrammidae*) – эндемики северной Пацифики. Все они имеют промысловое значение, но специализированный промысел существует только для двух одноперых терпугов – северного и южного (*Pleurogrammus monopterygius*, *P. azonus*) [1; 2; 3].

Известно, что одним из важнейших факторов, влияющих на биологическое состояние популяций рыб, является их зараженность паразитами [4], в том числе – миксоспоридиями.

Миксоспоридии (*Myxozoa*, *Myxosporea*) – группа примитивных многоклеточных, паразитирующих в основном у рыб. Как и все паразитические организмы, они оказывают патогенное влияние на своих хозяев, которое, в некоторых случаях, может быть опасным.

По мере накопления информации список органов локализации микроспоридий и видовой состав хозяев расширяется.

Заболевания, вызываемые миксоспоридиями – миксоспоридиозы, относятся к тем немногим инвазионным заболеваниям, против кото-

рых до сих пор не разработаны средства и методы лечения. Даже не вызывая гибели хозяев, эти простейшие ухудшают товарный вид и вкусовые качества рыб. В морских водах наиболее опасны миксоспоридии отряда *Multivalvulida* или многостворчатые миксоспоридии [5; 6].

Фауна миксоспоридий терпуговых рыб дальневосточных морей практически не изучена. Был описан и исследован только один вид *Sphaeromyxa hexagrammi* у восьмилетнего терпуга [7; 8; 9]. Виды *Ceratomyxa azonusi*, *Alataspora bialata*, *Kudoa azoni* описаны первым автором настоящего сообщения [10; 11; 12; 13; 14].

Целью данной работы является изучение фауны миксоспоридий терпуговых рыб и выявление специализации паразитов по видам хозяев и заражённости органов.

Материалом для настоящей работы послужили сборы миксоспоридий от 5 видов рыб семейства *Hexagrammidae*. Первым автором и сотрудниками лаборатории паразитологии ТИНРО,

за период с 1972 по 2022 гг. в 13 экспедиционных рейсах, в дальневосточных морях России и тихоокеанских прикурильских водах, а также на береговых рыбокомбинатах Приморья было исследовано 345 экз. рыб (табл. 1).

Все виды хозяев обследованы методом полных вскрытий с подробным изучением органов и тканей [15]. Из свежих мазков цист паразитов, а также спор, найденных в содержимом и стенках мочевого, желчного и плавательного пузырей и других внутренних органов хозяев, изготавливались глицерин-желатиновые препараты по методике [16]. Дальнейшая обработка препаратов проводилась на микроскопе «Биолам-211» с использованием фазового контраста. Определение паразитов производилось с учетом представлений о макросистеме миксоспоридий [17].

Всего найдено 6 видов миксоспоридий: *Sphaerotuxa hexagrammi*, *Zschokkella russelli*, *Ceratomyxa azonisi*, *Alataspora bialata*, *Kudoa azoni*, *Kudoa sp.* (табл. 2).

Hexagrammos octogrammus (бурый терпуг). Распространён в Японском, Охотском, Беринговом морях и прилежащих водах океана. Питается преимущественно мелкими ракообразными. Промыслового значения не имеет, так как не ведёт стайного образа жизни и чаще всего встречается в малоподходящих для промысла местах



Северный одноперый терпуг

(мелководья, каменистые грунты, водорослевый пояс и т.д.) [1; 2].

Нами было исследовано 48 экз. рыб размером 21–33 см (табл. 1). По данным наших исследований, в составе фауны миксоспоридий бурого терпуга выявлено 3 вида: *S. hexagrammi*, *Z. russelli*, *K. azoni*.

В Японском море было обследовано 21 экз. рыб, из них заражено миксоспоридиями 8 экз. (при экстенсивности инвазии 38%). В Японском море (залив Петра Великого) самым массовым паразитом является миксоспоридия *S. hexagrammi* (найдена в желчных протоках и желчном пузыре у 8 из 21 исследованных рыб), также в мускулатуре у двух экземпляров терпуга обнаружены множественные цисты *Kudoa azoni* – их экстенсивность инвазии 9,5%.

Для Японского моря заражение бурого терпуга спорами *S. hexagrammi* наблюдалось в конце августа. В это время начинается массовая миграция половозрелого терпуга (а именно такой и был объектом исследования) на мелководье [18], где и были взяты пробы. Предположительно в этот период происходит рассеивание спор от инвазированных рыб, которые образуют плотные преднерестовые концентрации.

В Охотском море из 12 исследованных рыб было заражено миксоспоридиями 4 особи (при экстенсивности инвазии 25%).

В мускулатуре у 3 экз. терпуга найдены множественные споры *Kudoa azoni*, при экстенсивности инвазии 25%, споры *Zschokkella russelli* (в почечных протоках и почках у 1 из 12 исследованных рыб).

В Беринговом море было исследовано 15 экз. рыб. У 3 исследованных рыб мускулатура оказалась зараженной *Kudoa azoni*, при экстенсивности инвазии 20%. Миксоспоридии встречались в виде диффузной инфильтрации, похожей на длинные белёсые тяжи, при этом в мазках отмечалось множество спор.

По всем районам в среднем общая зараженность миксоспоридиями составила 31,2%. Больше всего отмечена зараженность *S. hexagrammi* в Японском,

Таблица 1. Количество обследованных экз. рыб (N) семейства *Hexagrammidae*

в дальневосточных морях: Японское – 1; Охотское – 2; Берингово – 3;
прикурильские тихоокеанские воды – 4 / **Table 1.** Number of examined copies. fish (N)
of the *Hexagrammidae* family in the Far Eastern seas: Japanese – 1; Okhotsk – 2;
Bering – 3; prikuriolsky Pacific waters – 4

Хозяин	Общее число хозяев	Число зараженных хозяев	%	Районы исследования			
				Японское море/ЭИ	Охотское море/ЭИ	Берингово море/ЭИ	Прикурильские воды/ЭИ
<i>H. octogrammus</i>	48	15	31	21/8	12/4	15/3	-
<i>H. stelleri</i>	49	13	27	16/4	13/5	20/4	-
<i>H. lagocephalus</i>	78	19	24	-	2/1		76/18
<i>P. azonus</i>	130	52	40	73/34	34/20	23/2	-
<i>P. monopterigius</i>	40	22	55	-	20/12	7/3	13/7
Всего	345						

Примечание: *ЭИ-экстенсивность инвазии, или встречаемость паразитов, то есть процент зараженных хозяев конкретным видом или группой паразитов, где N_p – число зараженных хозяев; N – общее число хозяев

Таблица 2. Фауна миксоспоридий представителей семейства Hexagrammidae /
Table 2. Fauna of myxosporidia of representatives of the Hexagrammidae family

Вид миксоспоридии	Вид рыбы				
	<i>H. octogrammus</i>	<i>H. stelleri</i>	<i>H. lagocephalus</i>	<i>P. azonus</i>	<i>P. monoptyerus</i>
<i>Sphaeromyxa hexagrammi</i>	X	X		X	X
<i>Zschokkella russelli</i>	X	X	X	X	
<i>Ceratomyxa azonusi</i>				X	X
<i>Alataspora bialata</i>		X		X	X
<i>Kudoa azoni</i>	X	X		X	X
<i>Kudoa sp.</i>			X		

Охотском и Беринговом морях обнаружены в основном только паразиты мускулатуры, исключение составляет единичная находка *Z. russelli*.

Hexagrammos stelleri Tilesius – пятнистый терпуг. Распространен в северной части Японского, в Охотском и Беринговом морях, а также вдоль побережья Северной Америки. Это прибрежный, донный и самый полигонный и эвритеческий вид из терпуговых рыб [1; 18; 19]. Питается преимущественно донным бентосом – червями и ракообразными, а также мелкой рыбой [20]. Ввиду невысокого уровня численности, специализированный промысел не проводится.

Нами было исследовано 49 экз. рыб размером 14–32 см (табл. 1). По данным наших исследований, в составе фауны миксоспоридий пятнистого терпуга выявлено 4 вида: *S. hexagrammi*, *A. bialata*, *Z. russelli*, *K. azoni*.

В Японском море было обследовано 16 экз., из них было заражено миксоспоридиями 4 особи (при экстенсивности инвазии 25%). В желчных пузырях у 3 из 16 исследованных рыб обнаружено большое количество спор *S. hexagrammi*, экстенсивность инвазии составила 19%. В мочевом пузыре у одной из исследованных рыб зарегистрированы споры *Z. russelli*. В июле 1988 г. в заливе Петра Великого нами были отмечены в основном множество плазмодиев *S. hexagrammi* в начальной стадии, а в октябре – зрелые споры (конец спорообразования). Из этого следует, что созревание спор *S. hexagrammi* длится от полутора до двух месяцев и приурочено к периоду нереста.

В Охотском море было обследовано 13 экз., из них заражено миксоспоридиями 5 рыб (при экстенсивности инвазии 38%). Пятнистый терпуг в этом регионе менее заражен, у 2 из 13 обследованных особей в желчном пузыре обнаружены споры и плазмодии *A. bialata*, экстенсивность инвазии составила 12,5%. В мускулатуре у 3 экз. рыб найдены немногочисленные молочного цвета цисты миксоспоридии *K. azoni*, экстенсивность инвазии данным паразитом составила 23%.

В Беринговом море обнаружены единичные споры в мочевом пузыре *Z. russelli* у единственной особи из 20 исследованных рыб, у 4 экз. в мускулатуре найдены споры *K. azoni*, экстенсивность инвазии была равна 20%.

По всем районам, в среднем, общая зараженность миксоспоридиями составила 26,5%.



Терпуг зайцеголовый, самец

Hexagrammos lagocephalus (зайцеголовый терпуг). Распространен в западной части Берингова моря, в районе Курильских островов, у северо-восточного берега Хоккайдо, встречается в Японском море. По характеру питания является бентофагом – полифагом. Хозяйственное значение небольшое. Специальный промысел не ведется, в Японии считается невкусной и малооцененной рыбой, одна из причин этого – высокая зараженность мускулатуры паразитами [1].

Нами было исследовано 78 экз. рыб размером 31–44 см. Фауна миксоспоридий представлена 2 видами *Z. russelli*, *Kudoa sp.* (табл. 2). Собственные исследования проведены в 2008 г. в районе Курильских островов (с охотоморской стороны). Всего исследовано 78 экз. терпуга, из них 18 экз. были заражены *Kudoa sp.*, экстенсивность инвазии данным паразитом составила 23%. Споры миксоспоридий в мускулатуре рассеяны диффузно, чаще всего была поражена спинная часть. Анализ возрастной динамики зараженности зайцеголового терпуга миксоспоридиями выявил увеличение зараженности рыб с возрастом. Высокая зараженность *Kudoa sp.* мускулатуры зайцеголового терпуга возможно объясняется тем, что он обитает в прибрежной сублиторальной зоне Курильских островов, где основная его пища состоит из литоральных и сублиторальных форм беспозвоночных [21], которые вполне могут быть промежуточными хозяевами миксоспоридий.

В мочевом пузыре у одной из двух исследованных рыб в Охотском море зарегистрированы единичные споры *Z. russelli*.

В фауне зайцеголового терпуга выявлено два вида: *Kudoa sp.* и *Z. russelli*, но общая зараженность была низкой и составила 24%, исследование проводилось в основном в районе Курильских островов. В Охотском море исследование практически не проводилось, поэтому сложно судить о фауне миксоспоридий этого района, обнаружен лишь один случай заражения паразитом *Z. russelli*.

Pleurogrammus azonus (южный одноперый терпуг). Распространен в Японском, южной части Охотского и северной части Желтого морей, в тихоокеанских водах Хонсю и Хоккайдо. Питание смешанное – планктонно-бентическое, среди кормовых объектов преобладают ракообразные и рыбы [1].

В Японском море южный одноперый терпуг является одной из массовых придонно-pelагических рыб и играет важную роль в прибрежном промысле [1; 2; 22].

Обследовано 130 экз. рыб размером 10-41 см, из которых 22 экз. были мелких размеров – 14-21 см.

По данным наших исследований, в составе фауны миксоспоридий южного одноперого терпуга выявлено 5 видов: *S. hexagrammi*, *C. azonusi*, *A. bialata*, *Z. russelli*, *K. azoni*.

В Японском море было обследовано 73 экз., из них заражено миксоспоридиями 34 экз. (при экстенсивности инвазии 46,5%). В желчных пузырях у 22 из 73 исследованных рыб обнаружены споры *S. hexagrammi* (экстенсивность инвазии данным паразитом составила 30,1%), и у 7 рыб – плазмодии и споры *C. azonusi* в желчных пузырях (экстенсивность инвазии данным паразитом составила 9,5%), у 5 экз. были найдены зрелые споры *A. bialata* в небольшом количестве, экстенсивность инвазии равна 6,8%). Интересно, что у молоди (от 10 до 15 см) из 22 экз. у 5 рыб была размягченная мускулатура, в которой отмечены споры *Kudoa azoni*.

Можно предположить, что в весенний период, когда *Pleurogrammus azonus* подходит к берегу на нагул [22], взрослые рыбы перемешиваются с молодью, где вероятно, происходит заражение

промежуточных хозяев, что подтверждает обнаружение у 23% исследованной молоди терпуга миксоспоридии *K. azoni*.

В Охотском море из 34 исследованных рыб было заражено миксоспоридиями 20 экз. (экстенсивность инвазии 58,8%). В мускулатуре у 12 экз. рыб отмечены немногочисленные цисты паразита *K. azoni*, экстенсивность инвазии равна 35,2%. *C. azonius* в желчном пузыре – у 3 из 34 исследованных рыб, экстенсивность инвазии данным паразитом составила 8,8%, *A. bialata* – у 5 экз. рыб, экстенсивность инвазии данным паразитом составила 14,7%.

В Беринговом море обнаружены споры *K. azoni* у 2 экз. из 23 исследованных, экстенсивность инвазии данным паразитом составила 8,6%.

Общая зараженность, по всем районам исследования, составила 40%. Больше всего отмечена зараженность миксоспоридиями в Японском море – паразитом желчного пузыря *S. hexagrammi*. Меньше всего зараженность в Беринговом море, где у двух особей обнаружены в мускулатуре споры *K. azoni*.

При анализе зараженности у взрослых особей южного одноперого терпуга наблюдалось небольшое различие заражённости самок и самцов, что является следствием их вертикального распределения. Самки более подвижны, держатся в толще воды, свободно плавают и совершают вертикальные миграции. У самцов нерестовый период длиннее, и они держатся у самого дна [2; 21].

Pleurogrammus monopterigius (северный одноперый терпуг). Распространен в южной части Берингова моря, у Командорских и Алеутских о-вов, у восточного побережья Камчатки, на севере Охотского моря. Питание смешанное – планктонно-бентическое. Является ценной промысловой рыбой [1].

Фауна миксоспоридий представлена 4 видами (табл. 2). Нами было исследовано 40 экз. рыб размером 32-42 см (табл. 1). По данным наших исследований, в составе фауны миксоспоридий северного одноперого терпуга было выявле-



Южный одноперый терпуг

но 4 вида: *S. hexagrammi*, *C. azonusi*, *A. bialata*, *K. azoni*.

В Охотском море из 20 исследованных рыб было заражено миксоспоридиями 12 экз. рыб (экстенсивности инвазии 60%). У 11 особей в желчном пузыре отмечены споры *S. hexagrammi*, а у 5 – в желчном пузыре найдены споры и плазмодии *C. azonusi* (экстенсивность инвазии равна 23,6%).

В Беринговом море из 7 исследованных рыб было заражено 3 экз. (экстенсивность инвазии 43%). У 3 рыб в мускулатуре обнаружены цисты *K. azoni*, и в желчном пузыре – споры и плазмодии *C. azonusi* у 2 экз.

По данным 2021 г., приведенным А.В. Согриной с соавторами [23], в различных частях Берингова моря степень поражения миксоспоридиями северного одноперого терпуга была различной: максимальной – в Западно-Беринговоморской подзоне и минимальной – в Петропавловско-Командорской.

В северокурильских водах Тихого океана обследованы 13 рыб. В мускулатуре у 7 экз. рыб обнаружены многочисленные цисты миксоспоридии *K. azoni*, экстенсивность инвазии равна 53,8%, у одной особи – единичные споры *A. bialata* в желчном пузыре.

В целом общая зараженность составила 52%. Больше всего отмечена зараженность *S. hexagrammi* в Охотском море. В северокурильских водах обнаружены, в преобладающей степени, только паразиты мускулатуры, исключение – у одной особи единичные споры *A. bialata* найдены в желчном пузыре. Среди 6 видов паразитов нами было отмечено два массовых вида *S. hexagrammi* и *K. azoni*, экстенсивность их проявляется по-разному. Наблюдается явная региональная специфика по распределению этих массовых раздельнoperых терпугов. У них доминирует и является массовым паразитом *S. hexagrammi*, этот вид также встречается в северных районах, тогда как вид *K. azoni* – эпизодически.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрена зараженность миксоспоридиями трёх видов раздельнoperых терпугов рода *Hexagrammos* (*H. lagocephalus*, *H. octogrammus*, *H. stelleri*), и двух видов одноперых терпугов рода *Pleurogrammus* (*P. azonus*, *P. monopterygius*).

По данным авторов, фауна миксоспоридий терпуговых рыб представлена 6 видами *S. hexagrammi*, *C. azonusi*, *A. bialata*, *Z. russelli*, *K. azoni*, *K. sp.* При этом три из них (*S. hexagrammi*, *C. azonusi*, *K. azoni*) специфичны только для терпуговых рыб.

Установлено, что у трёх терпугов рода *Hexagrammos* зараженность миксоспоридиями была невысокой и состав фауны обеднен. Возможно, это связано с тем, что, терпуги этого рода очень близки друг к другу как морфологически, так и по образу жизни, они ведут малоподвижный образ жизни и имеют сходный спектр питания [17; 19].

Одноперые, в отличие от раздельнoperых терпугов, были более заражены и имели в своей фауне больше видов миксоспоридий. У рода одноперых терпугов (*Pleurogrammus azonus*, *P. monopterygius*) видовые и региональные различия не такие явные, но у обоих видов терпугов среди миксоспоридий доминирует *S. hexagrammi*, экстенсивность инвазии ее высокая. У южного одноперого терпуга в Японском море зараженность достигает 30%, у северного одноперого терпуга в Охотском море экстенсивность инвазии паразита *S. hexagrammi* достигает 60%. Так же у обоих терпугов присутствуют паразиты мускулатуры *K. azonusi*, экстенсивность инвазии по всем районам исследования равна 18% для *Pleurogrammus azonus*, а для *P. monopterygius* – 53,8%.

Меньшая степень различий у одноперых терпугов в экспансии инвазии различными видами миксоспоридий, возможно, объясняется большей экологической пластичностью этих видов, по сравнению с раздельнoperыми терпугами. Терпуги рода *Pleurogrammus* обитают не только в придонных слоях воды, но и в пелагии. Более специализированные раздельнoperые терпуги характеризуются менее разнообразным рационом, по сравнению с одноперыми терпугами.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: Асеева Н.Л. – сбор данных, идея и подготовка статьи; Смирнов А.А. – подготовка и окончательная проверка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: Aseeva N.L. – data collection, idea and preparation of the article; Smirnov A.A. – preparation and final verification of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Рутенберг Е.П. Обзор рыб семейства терпуговых (*Hexagrammidae*) // Терпуговые рыбы и их возможности межкоеканской трансплантации. М.: АН СССР. 1962. Т. 59. С. 3-101.
- Вдовин А.Н. Океанологические аспекты распределения и динамики численности массовых и обычных видов терпуговых (*Hexagrammidae*) в северо-западной части Японского моря // Гидрометеорология и гидрохимия морей. 2004. Т. VIII. Японское море. Вып. 2. С. 219-229.
- Датский А.В., Кулак В.В., Датская С.А. Динамика обилия массовых промысловых рыб дальневосточных морей и прилегающих районов открытой части Тихого океана и влияющие на нее факторы. Труды ВНИРО. 2021. Т. 186. №4. С. 31-77.
- Асеева Н.Л., Смирнов А.А. Зараженность тихookeанской сельди (*Clupea pallasi*) северной части Охотского моря в зимний период // Научные труды Дальрыбвтуза. Владивосток. 2014. Т. 33. С. 3-7.
- Шульман С.С. Миксоспоридии фауны СССР. М.-Л.: Наука. 1966. 507 с.
- Шульман С.С., Донец З.С., Ковалева А.А. Класс миксоспоридий (*Myxosporea*) мировой фауны. С.-Пб.: Наука. 1997. Т. 1. Общая часть. 567 с.
- Догель В.А. Паразитические простейшие залива Петра Великого // Изв. ВНИОРХ. 1948. Т.27. С. 17-66.
- Буторина Т.Е., Скиба Н.И. Паразиты рыб бухты Северной залива Славянка (Приморский край) // Научные труды Дальрыбвтуза. 2001. Вып. 14. Ч. 2. С.102-105.

9. Буторина Т.Е. Таксономический обзор паразитов гидробионтов бухты Северной (Славянский залив, Японское море) // Научные труды Дальрыбвтуза. 2015. Вып. 35. С. 3-15.
10. Асеева Н.Л. Миксоспоридии двухлинейной камбалы из Авачинской бухты // Паразитология. 1992. Т. 26. Вып. 2. С. 161-165.
11. Асеева Н.Л. Миксоспоридии (*Myxozoa, Myxosporea*) морских и проходных рыб северо-западной части Японского моря // Автореферат дис. ... кандидата биологических наук. Владивосток. 2008. С. 21.
12. Асеева Н.Л., Ермоленко А.В., Шедко М.Б. Миксоспоридии (*Myxozoa, Myxosporea*) морских и проходных рыб бассейна Японского моря. Владивосток. ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН. 2022. 228 с.
13. Aseeva N.L. New species of *Myxozoa* parasites of genus *Ceratomyxa* from fishes of Peter the Great Bay (Japan Sea) // Journal of Parasitology. 2003. Vol. 89. № 6. P. 1172-1180.
14. Aseeva N.L. New species of myxosporidian from genus *Kudoa* (*Myxozoa; Multivalvulida*) found in muscles of some fishes of the Japan Sea // Vestnik zoologii. 2004. Vol. 38. № 2. P. 31-37.
15. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука. 1985. 120 с.
16. Донец З.С., Шульман С.С. О методах исследований *Myxosporidia* (*Protozoa: Cnidosporidia*) // Паразитология. 1973. Т. 7. Вып. 2. С. 191-193.
17. Шульман С.С., Ковалева А.А. Новые представления о макро-системе миксоспоридий // Паразитология и патология морских организмов. Материалы IV симпозиума. Калининград. 1987. С. 126-129.
18. Антоненко Д.В., Вдовин А.Н. Сезонное распределение пятнистого терпуга *Hexagrammos stelleri* (*Scorpaeniformes, Hexagrammidae*) в заливе Петра Великого (Японское море) // Вопросы ихтиологии. 2001. Т. 41. № 4. С. 490-494.
19. Левин А.В. Экология и распространение терпуговых рыб (*Hexagrammidae, Pisces*). ИБМ ДВНЦ АН СССР. Владивосток. 1986. 35 с.
20. Антоненко Д.В., Пущина О.И. Основные черты биологии терпуговых рыб рода *Hexagrammos* в зал. Петра Великого (Японское море) // Изв. ТИНРО. 2002. Т. 131. С. 164-178.
21. Кляшторин Л.Б. Наблюдения над терпугами (*Hexagrammidae, Pisces*) Курильских островов // Терпуговые рыбы и возможности их межокеанской трансплантации. М.: АН СССР. 1962. Т. 59. С.104-110.
22. Вдовин А.Н. Биология и динамика численности южного однопёрого терпуга (*Pleurogrammus azonus*) // Известия ТИНРО. 1998. Т. 123. С. 16-45.
23. Согрина А.В., Смирнов А.А., Головатюк Г.Ю., Беляев П.С. Паразитологическое состояние северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* – важного объекта тралового лова у восточной Камчатки (по материалам 2021 г.) // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Россия и мировое сообщество: проблемы демографии, экологии и здоровья населения». Пенза. 2023. С. 200-203.
- // Scientific works of Dalrybvtuz. Vladivostok. Vol. 33. Pp. 3-7. (In Russ.).
5. Shulman S.S. (1966). Mixosporidia of the fauna of the USSR. M.-L.: Nauka. 507 p. (In Russ.).
6. Shulman S.S., Donets Z.S., Kovaleva A.A. (1997). Class of Myxosporidia (*Myxosporea*) of the world fauna. S.-Pb.: Science. Vol. 1. General part. 567 p. (In Russ.).
7. Dogel V.A. (1948). Parasitic protozoa of Peter the Great Bay // Izv. VNIORH. Vol.27. Pp. 17-66. (In Russ.).
8. Butorina T.E., Skiba N.I. (2001). Parasites of fishes of the Northern Bay of the Slavyanka Bay (Primorsky Krai) // Scientific works of Dalrybvtuz. Issue. 14. Part 2. Pp.102-105. (In Russ.).
9. Butorina T.E. (2015). Taxonomic review of parasites of hydrobionts of Severnaya Bay (Slavyansky Bay, Sea of Japan) // Scientific works of Dalrybvtuza. Issue 35. Pp. 3-15. (In Russ.).
10. Aseeva N.L. (1992). *Mixosporidia* of two-line flounder from Avacha Bay // Parasitology. Vol. 26. Issue. 2. Pp. 161-165. (In Russ.).
11. Aseeva N.L. 2008. Myxosporidia (*Myxozoa, Myxosporea*) of marine and passing fishes of the northwestern part of the Sea of Japan // Abstract of the dissertation of the Candidate of Biological Sciences. Vladivostok. P. 21. (In Russ.).
12. Aseeva N.L., Ermolenko A.V., Shedko M.B. (2022). Myxosporidia (*Myxozoa, Myxosporea*) of marine and passing fish of the Sea of Japan basin. Vladivostok. FNC biodiversity FEB RAS. 228 p. (In Russ.).
13. Aseeva N.L. (2003). New species of *Myxozoa* parasites of genus *Ceratomyxa* from fishes of Peter the Great Bay (Japan Sea) // Journal of Parasitology. Vol. 89. No. 6. P. 1172-1180. (In Russ.).
14. Aseeva N.L. 2004. New species of myxosporidian from genus *Kudoa* (*Myxozoa; Multivalvulida*) found in muscles of some fishes of the Japan Sea // Vestnik zoologii. Vol. 38. No. 2. Pp. 31-37. (In Russ.).
15. Bykhovskaya-Pavlovskaya I.E. (1985). Parasites of fish. Study guide. L.: Science. 120 p.
16. Donets Z.S., Shulman S.S. 1973. About research methods of Myxosporidia (*Protozoa: Cnidosporidia*) // Parasitology. Vol. 7. Issue. 2. Pp. 191-193. (In Russ.).
17. Shulman S.S., Kovaleva A.A. (1987). New ideas about the macro system of myxosporidia // Parasitology and pathology of marine organisms. Materials of the IV symposium. Kaliningrad. Pp. 126-129. (In Russ.).
18. Antonenko D.V., Vdovin A.N. (2001). Seasonal distribution of spotted terpug *Hexagrammos stelleri* (*Scorpaeniformes, Hexagrammidae*) in Peter the Great Bay (Sea of Japan) // Questions of ichthyology. Vol. 41. No. 4. Pp. 490-494. (In Russ.).
19. Levin A.V. (1986). Ecology and distribution of terpugine fishes (*Hexagrammidae, Pisces*). IBM DVNTS OF the USSR Academy OF Sciences. Vladivostok. 35 p. (In Russ.).
20. Antonenko D.V., Pushchina O.I. (2002). The main features of the biology of terpugous fish of the genus *Hexagrammos* in the hall. Peter the Great (the Sea of Japan) // Izv. TINRO. Vol. 131. Pp. 164-178. (In Russ.).
21. Klyashtorin L.B. (1962). Observations on terpugs (*Hexagrammidae, Pisces*) Kuril Islands // Terpugovye pisces and the possibilities of their interoceanic transplantation. Moscow: USSR Academy of Sciences. Vol. 59. Pp.104-110. (In Russ.).
22. Vdovin A.N. (1998). Biology and population dynamics of the southern one-legged terpug (*Pleurogrammus azonus*) // Izvestiya TINRO. Vol. 123. Pp. 16-45. (In Russ.).
23. Sogrina A.V., Smirnov A.A., Golovatyuk G.Yu., Belyaev P.S. (2023). Parasitological state of the northern single-finned terpug *Pleurogrammus monopterygius* - an important object of trawl fishing off eastern Kamchatka (based on the materials of 2021) // Materials of the VI International Scientific and Practical Conference "Russia and the world community: problems of demography, ecology and public health". Penza. Pp. 200-203. (In Russ.).

REFERENCES AND SOURCES

1. Rutenberg E.P. (1962). Review of fishes of the Terpugaceae family (*Hexagrammidae*) // Terpugovye fish and their possibilities of interoceanic transplantation. Moscow: USSR Academy of Sciences. Vol. 59. Pp. 3-101. (In Russ.).
2. Vdovin A.N. (2004). Oceanological aspects of distribution and population dynamics of mass and common species of terpugae (*Hexagrammidae*) in the north-western part of the Sea of Japan // Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas. Vol. VIII. The Sea of Japan. Vol. 2. Pp. 219-229. (In Russ.).
3. Datsky A.V., Kulik V.V., Datskaya S.A. (2021). The dynamics of the abundance of mass commercial fish of the Far Eastern seas and adjacent areas of the open Pacific Ocean and factors affecting it. Proceedings of VNIRO. Vol. 186. No. 4. Pp. 31-77. (In Russ.).
4. Aseeva N.L., Smirnov A.A. (2014). Infestation of Pacific herring (*Clupea pallasi*) of the northern part of the Sea of Okhotsk in winter

Материал поступил в редакцию / Received 19.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 24.10.2023

Промысел и состояние запасов гаммарид в озерах Курганской области в 2000–2022 годах

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-103-109 EDN migqyt

Научная статья
УДК 595.371.13(470.58)

Френкель Светлана Эдуардовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела беспозвоночных внутренних вод, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»), [sfrenkel@vniro.ru](mailto:@sfrenkel@vniro.ru), Москва, Россия

Куцанов Кирилл Владимирович – заведующий лабораторией промысловых беспозвоночных, Тюменский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («Госрыбцентр»), [opb@gosrc.ru](mailto:@opb@gosrc.ru), Тюмень, Россия

Герасимов Алексей Геннадиевич – главный специалист лаборатории промысловых беспозвоночных, Тюменский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («Госрыбцентр»), [opb@gosrc.ru](mailto:@opb@gosrc.ru), Тюмень, Россия

Митителло Арсений Владимирович – ведущий специалист отдела беспозвоночных внутренних вод, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»), [av_mititello@vniro.ru](mailto:@av_mititello@vniro.ru), Москва, Россия

Адреса:

1. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») – 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19

2. Тюменский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («Госрыбцентр») – 625023, г. Тюмень, Одесская ул., д. 33

Аннотация.

Гаммариды – вид биологических ресурсов, эксплуатация которых в Западной Сибири успешно продолжается второе столетие. Рассмотрен вылов гаммарид на единицу площади, динамика биомассы и их соотношение в озерах Курганской области в период 2000–2022 годов. Прослежена тенденция снижения промысловых запасов гаммарид в последние времена (2019–2022 гг.), по сравнению с периодом 2000–2015 гг., представлена динамика добычи (вылова). Обсуждается возможность влияния промысла на уменьшение запасов, предлагаются изменения регламента подачи материалов, обосновывающих объемы рекомендованного вылова гаммарид во внутренних водоемах с целью сохранения и долговременной эксплуатации их запасов.

Фотографии к статье: Митителло А.В.

Ключевые слова:

гаммариды, добыча (вылов), биомасса, промысловый запас, рекомендованный вылов

Для цитирования:

Френкель С.Э., Куцанов К.В., Герасимов А.Г., Митителло А.В. Промысел и состояние запасов гаммарид в озерах Курганской области в 2000-2022 годах // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 103-109.

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-103-109 EDN migqyt

FISHING AND THE STATE OF GAMMARID STOCKS IN THE LAKES OF THE KURGAN REGION IN 2000-2022

Svetlana E. Frenkel – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Department of Invertebrates of Inland Waters, All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), @ sfrenkel@vniro.ru , Moscow, Russia

Kirill V. Kutsanov – Head of the Laboratory of Commercial Invertebrates, Tyumen Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (Gosrybtsentr), @ opb@gosrc.ru , Tyumen, Russia

Alexey G. Gerasimov – Chief Specialist of the Laboratory of Commercial Invertebrates, Tyumen Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (Gosrybtsentr), @ opb@gosrc.ru , Tyumen, Russia

Arseniy V. Mititello – Leading Specialist of the Department of Invertebrates of Inland Waters, All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography" (VNIRO), @ av_mititello@vniro.ru , Moscow, Russia

Addresses:

1. All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography" (VNIRO) – 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19

2. Tyumen branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (Gosrybtsentr) – 625023, Tyumen, Odesskaya St., 33

Annotation. Gammarids are a type of biological resources, the exploitation of which in Western Siberia has been successfully continuing for the second century. The catch of gammarids per unit area, the dynamics of biomass and their ratio in the lakes of the Kurgan region in the period 2000-2022 are considered. The trend of decline in commercial stocks of gammarids in recent years (2019-2022) compared with the period 2000-2015 is traced, the dynamics of catch is presented. The possibility of the impact of fishing on the reduction of stocks is discussed, it is proposed to change the procedure for submitting forecasts of the recommended catch of gammarids in inland waters in order to preserve and long-term operation of their stocks.

Keywords:

гаммариды, вылов, биомасса, коммерческий запас, рекомендованный вылов

For citation:

Frenkel S.E., Kutsanov K.V., Gerasimov A.G., Mititello A.V. Fishing and the state of gammarid stocks in the lakes of the Kurgan region in 2000-2022 // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 103-109.

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-103-109 EDN migqyt



Рациональное долговременное ведение промысла предполагает осуществление мониторинга состояния запаса и определение научно-обоснованной доли промыслового изъятия. В Западной Сибири к промысловым относится вид амфиопод *Gammarus lacustris* (G. O. Sars, 1864), в массе заселяющий многочисленные мелководные, как правило, бессточные солоноватоводные озера региона. При численности 170-190 экз./м² гаммарусы *G. lacustris*

доминируют в экосистемах и формируют высший трофический уровень [1]. Хозяйственное использование запасов гаммарид в водоемах, расположенных за Уралом, известно с начала XX века, а добыча документально подтверждена с 1922 г. [2]. В 2017 г. гаммариды включены в Перечень водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации [3].

Подготовка материалов, обосновывающих общие допустимые уловы гаммарид в Западной Сибири, берет начало с 2003 г. [4]. Методической основой для составления прогноза стали рекомендации по расчету допустимых уловов *Gammarus (Rivulogammarus) lacustris*, разработанные специалистами Госрыбцентра [5; 6]. Согласно рекомендациям, допустимый улов вычисляется как доля из общей продукции популяции, рассчитанной на площадь водоема. В настоящее время прогнозные материалы рекомендованного вылова гаммарид формируются на основании усредненных для региона данных по биомассе, полученных в ходе ресурсных исследований модельных водоемов, с последующим пересчетом на актуальную промысловую площадь и подаются в тоннах на регион.

Цель статьи – оценка динамики промысла и состояния запаса гаммарид в озерах Курганской области в течение последних 20 лет.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Использованы данные по средней биомассе гаммарид в озерах Курганской области в период с 2000 по 2022 гг., за исключением трех лет – 2016-2018 гг., когда ресурсные исследования не проводились. Период с 2019 по 2022 гг. рассматривается как современный период.

Данные по общему вылову, количеству озер, охваченных промыслом, получены от Нижнеобского территориального управления Росрыболовства.

Для подсчета актуальных промысловых площадей суммировали площади всех озер, в которых проводился вылов в конкретном году.

Отбор первичного материала в озерах Курганской области проводился в подледный период методом учета выбросов гаммарид при извлечении ледовой пробки в процессе формирования проруби [7]. Метод не включен в методические рекомендации, но используется на протяжении более 20 лет исследований в водоемах этого региона, поэтому полученные результаты по биомассе гаммарид являются сравнимыми. На каждом водоеме отбор проб проводился на 3-9 станциях с последующим усреднением полученных данных.

Промысловый запас, как доля от общего запаса, разрешенная к изъятию в водоеме, по методическим указаниям [5; 6] рассчитывается как часть от общей продукции популяции в водоеме (40-50%), причем, для летнего промыслового периода при подсчете продукции биомасса умножается на Р/В коэффициент, равный 2 для озер Западной Сибири [8], тогда как при проведении промысла в подледный период общий запас рассчитывается без умножения на Р/В коэффициент, поскольку рост раков зимой сильно замедлен. В озерах Курганской области более 90% общего вылова гаммарид приходится на период открытой воды, когда происходит интенсивный рост особей, поэтому промысловый запас здесь вычисляется как часть продукции с учетом Р/В коэффициента, а доля изъятия, вплоть до 2022 г., составляла 50%. Таким образом, промысловый запас в рассматриваемых водоемах равен биомассе.

Промысловую нагрузку на популяции оценивали по величине вылова на единицу площади (удельный вылов, кг/га).

Для оценки достоверности различий промысловой нагрузки биомассы гаммарид, для сравнения величин биомассы с удельным выловом использована программа PAST (v.3.14). В случае нормального распределения показателей использовали t-критерий Стьюдента, а в случае, когда выборки не прошли тест Колмогорова-Смирнова на нормальность распределения, – U-критерий Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В период открытой воды промысел осуществляется со специально оборудованных лодок. В дно озера вбиваются жерди, между которыми на шнурах растягиваются порядки сетей из капрона с крупным размером ячей. Сети устанавливаются на весь период промысла на глубине 0,2-0,6 метра. Гаммарус, используя сети в толще воды в качестве субстрата, концентрируется на них. Промысловая



лодка оборудована приемным коробом, открытым сверху и спереди, выполненным из металлической сетки на раме. Эта ёмкость крепится на борту лодки и с помощью лебедки и системы рычагов может подниматься для ее разгрузки и опускаться для сбора гаммаруса с сетей. На противоположный борт лодки устанавливается противовес. Лодка движется на малом ходу вдоль порядков с опущенной в воду ёмкостью, оператор заводит ёмкость под шнур каждого последующего порядка, сеть проходит через короб, и гаммарус осыпается внутрь. По мере накопления гаммаруса в ёмкости оператор поднимает ее лебедкой и выгружает улов в бункер на дне лодки. На берегу гаммарус высушивается на растянутом брезенте. Высушенных гаммарид собирают в мешки для хранения и транспортировки.

Зимний промысел производят, когда гаммарус, в условиях дефицита растворенного в воде кислорода, концентрируется на нижней поверхности льда. Через прорубь или майну под лед заводят устройство под название «морышевое корыто». Оно представляет собой прямоугольную раму положительной плавучести с щеткой, расположенной на одной из длинных сторон и направленной вверх; с нижней стороны на раме закреплен сетной мешок для сбора гаммаруса. Рама шарнирным соединением крепится к шесту. Устройство заводится под лед, рама всплывает, и щетка примыкает к нижней его поверхности, далее рыболов делает круговое движение, проводя раму вокруг проруби, щетка сметает гаммаруса в приемный мешок. В некоторых случаях на шесте делают дополнительное колено, что позволяет собрать гаммаруса с большей площади подледного пространства.

Начиная с 2000 г., вылов гаммарид в озерах Курганской области варьировал от 333 до 838

т, в среднем составлял 576 т (табл. 1). Максимальные объемы добычи пришлись на 2014-2015 гг. – более 800 тонн. В современный период средний вылов близок к среднемноголетнему и составляет 572 тонн. При этом общий допустимый улов, рассчитанный для гаммарид Курганской области на 2003-2007 гг., достигал

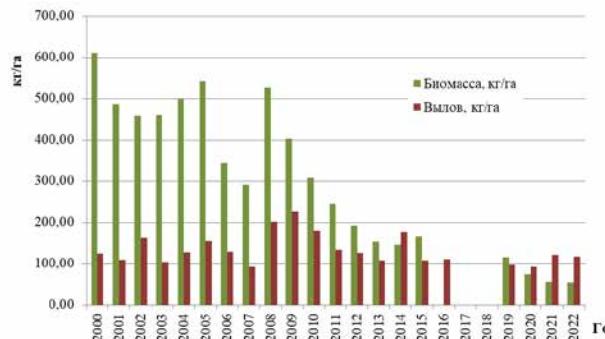


Рисунок 1. Межгодовая динамика биомассы (кг/га) и вылова (кг/га) гаммарид в озерах Курганской области

Figure 1. Interannual dynamics of biomass (kg/ha) and catch (kg/ha) of gammarids in the lakes of the Kurgan region

2,5-2,9 тыс. т, и постепенно снижался до 1,8-1,4 тыс. т в начале 2010-х годов, и ниже 1 тыс. т – в современный период.

Список потенциально промысловых, в отношении гаммарид, водоемов, так называемых «гаммаридных» озер, содержащий сведения о названии, местоположении, площади, глубине, солености воды, для Курганской области в рассматриваемые годы включал от 77 до 150 озер общей площадью от 9856 до 26357 га. Так, за период 2000-2014 гг. в фонде числилось 138 промысловых озер общей площадью 20122 га, в 2017 г. он включал 150 озер общей площадью 22024 га, в 2020 г. – 166 озер (площадь 26357 га), в 2021 г. фонд насчитывал 77 озер (9856 га).

Ежегодно в промысле задействовано 20-50% озер, числящихся в перечне потенциально промысловых. В 2000-2022 гг. ежегодный вылов гаммарид осуществлялся в 23-56 озерах, суммарная площадь которых варьировала от 2,1 до 8,1 тыс. га. Сравнивая общий вылов, фактически облавливаемую площадь и количество задействованных в промысле озер, можно отметить, что максимальные уловы 2014-2015 гг., достигавшие 824-838 т, соотносятся с большим количеством озер – 43 и 56 – и большей суммарной площадью, на которой осуществлялся промысел – 6,6 и 8,2 тыс.

Таблица 1. Прогноз рекомендованного вылова, вылов, общая облавливаемая площадь и количество озер задействованных в промысле в Курганской области в 2000-2022 годы /
Table 1. Forecast of recommended catch, catch, total harvested area and number of lakes involved in fishing in the Kurgan region in 2000-2022

Год	Рекомендованный вылов, т	Количество промысловых озер	Общая промысловая площадь, га	Вылов, т
2000		34	5103	638
2001		47	6120	671
2002		30	3609	584
2003	2950	31	4979	512
2004	2250	29	3757	479
2005	2900	29	2961	456
2006	2900	24	3849	497
2007	2560	25	5420	499
2008	2340	30	3378	682
2009	2320	26	2817	638
2010	1810	33	3622	653
2011	1613	26	3291	438
2012	1415	23	3854	484
2013	1272	27	5245	567
2014	1214	43	4743	838
2015	1384	56	7686	824
2016	1359	53	6420	710
2017	1425	35	Нет данных	333
2018	1100	Нет данных	Нет данных	458
2019	935	50	6208	607
2020	901	56	6259	578
2021	577	52	5262	642
2022	610	27	3969	462

га. В 2008-2010 гг. 638-682 т были изъяты с площади 2,8-3,5 тыс. га; при этом в промысле были задействованы только 26-33 водоема. В 2019-2021 гг. количество облавливаемых озер приближалось к максимальному за 20-летний период (50-56 водоемов), но при этом общие уловы в эти годы были скромнее, чем в 2014-2015 гг. – 607, 578, 642 т, соответственно, а в 2022 г. произошло уменьшение и количества водоемов, охваченных промыслом, и общего вылова.

Из-за чего так сильно варьируют облавливаемые площади в межгодовом аспекте? Это связано с заявительным характером получения разрешений на вылов видов ВБР [9]. Общий вылов гаммарид всеми предпринимателями не должен превышать рекомендованный на регион, при этом не регламентируется количество и площадь озер из перечня промысловых водоемов, в которых будет осуществляться добыча. Предприниматель имеет право осваивать запас гаммарид в выбранном водоеме в размере, ограниченном не площадью и промысловым запасом в данном озере, а только общим для региона объемом рекомендованного вылова.

Последствия этого подхода проявились при анализе динамики запаса и состояния промысла в области удельных значений (рис. 1). Промысловая нагрузка за период с 2000 по 2022 гг. варьировала от 92,0 до 226,5 кг/га. В сравнимые по величинам общих уловов периоды 2008-2010 гг. и 2019-2021 гг. средние удельные уловы очень сильно различались – $202,9 \pm 23,1$ и $104,0 \pm 15,8$, разница достоверна (по t-критерию Стьюдента с 95% доверительным интервалом; $P = 0,004$). В период максимальных общих уловов в 2013-2016 гг. удельный вылов в среднем составлял $125,6 \pm 34,1$ кг/га и был достоверно ниже, чем в период 2008-2010 гг. (по t-критерию Стьюдента с 95% доверительным интервалом; $P = 0,020$), но статистически достоверно не отличался от вылова в современный период.

Высокие уловы на единицу площади в 2008-2010 гг. были обеспечены в эти годы высокими биомассами гаммарид в озерах.

Биомасса раков в озерах, как основа запаса, на протяжении рассматриваемого 20-летнего периода претерпевала значительные изменения. До 2008 г. средняя биомасса гаммарид в озерах была очень высокой – свыше 450 кг/га, за исключением небольшого спада в 2006-2007 гг., когда биомасса составляла 291-343 кг/га. Начиная с 2009 г., прослеживается постепенное уменьшение биомассы раков. При этом не наблюдается пропорционального снижения вылова, так, что к 2013-2015 гг. удельный вылов и биомасса практически сравнялись: разница средних статистически недостоверна, а позже, с 2020 г., удельный вылов превалирует над величиной биомассы.

Различие медианных биомасс в период с 2000 по 2015 гг. (373,2 кг/га) и в современный период (65,2 кг/га) статистически достоверно по U-критерию Манна Уитни ($P=0,003$). И даже средняя за период уравнивания вылова и промыслового запаса (2013-2015 гг.) биомасса раков ($154,3 \pm 9,9$ кг/га) достоверно выше по t-критерию Стьюдента

с 95% доверительным интервалом ($P=0,006$), чем в современный период ($75,2 \pm 27,9$ кг/га).

Уменьшение биомассы гаммарид может быть вызвано как природными факторами – погодные условия, уровненный и кислородный режимы, изменения минерализации, так и влиянием промысла [4; 10; 11].

Материалы, обосновывающие объемы рекомендованного вылова, рассчитываются ежегодно для водоемов области на основе мониторинговых оценок биомассы, причем в текущем году они подготавливаются на следующий год по материалам предыдущего года исследований, то есть с двухлетней заблаговременностью. В таких областях как Курганская, где количество промысловых озер очень велико, обследовать все водоемы не представляется возможным, поэтому исследователи ограничиваются мониторингом запасов гаммарид части озер с последующим усреднением количественных показателей и расчетом рекомендованного вылова на всю актуальную промысловую площадь, которая выступает в качестве главной переменной при формировании величины прогноза. Поскольку ежегодно в промысле задействованы не все водоемы (20-50% фонда), и количество промысловых озер изменяется год от года, прогноз объема рекомендованного вылова на весь фонд или на ту часть, которая использовалась промыслом в последние годы, будет сильно отличаться. Даже использование для расчета объемов рекомендованного вылова промысловой площади, усредненной за годы, предшествующие прогнозному, не гарантирует, что в следующем году промыслом будут осваиваться те же площади.

В последние годы в Курганской области ресурсными исследованиями было охвачено 10 озер (не более 10-12% озерного фонда), из которых в пяти велся промысел. В оз. Арлагуль вылов на единицу площади ниже промыслового запаса, тогда как в остальных превышает его: в двух озерах – Прошкинское и Березово – в 1,3 и 2 раза, а в озерах Елошное и Аистово – в 4,5 и 10 раз, соответственно (рис. 2).

При этом, в оз. Арлагуль, при минимальной промысловой нагрузке, произошло увеличение

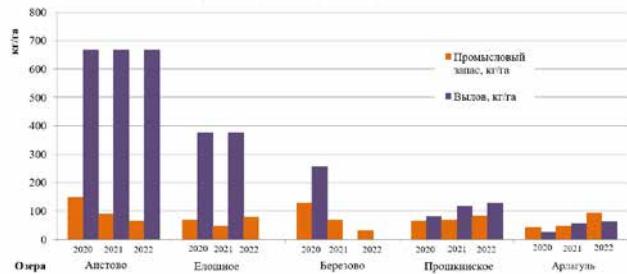


Рисунок 2. Межгодовая динамика промыслового запаса (кг/га) и вылова (кг/га) гаммарид в пяти мониторинговых озерах Курганской области в 2020-2022 годы

Figure 2. Interannual dynamics of commercial stock (kg/ha) and catch (kg/ha) of gammarids in five monitoring lakes of the Kurgan region in 2020-2022

промышленного запаса в 2022 г. в 2 раза по сравнению с 2020 годом. В промысловых озерах, где объем вылова превышал промысловый запас не более чем в 2 раза, не происходило снижение биомассы гаммарид. В оз. Елошное, где вылов в 2020-2021 гг. превышал промысловый запас в 5,5-8 раз, биомасса снизилась в 2021 г. в 1,5 раза, но в 2022 г., без пресса промысла, увеличилась. Последовательное снижение биомассы наблюдалось в оз. Аистово, где промысел превышал промысловый запас в 4,5-7-10 раз в течение 2020-2022 годов. За три года усиленной эксплуатации запас снизился вдвое.

В озерах, где ведется добыча гаммарид, при многократном превышении вылова над промысловым запасом (в 5-10 раз), снижение продуктивности, возможно, обусловлено влиянием промысла. Известно, что чрезмерная промысловая нагрузка может негативно сказаться на состоянии запаса, на восстановление которого, в случае прекращения добычи, требуется от 1,5 до 3 лет, а в некоторых случаях, при чрезмерных нагрузках, восстановление запаса не происходит даже в течение нескольких лет [12; 13].

Таким образом, подготовка материалов, обосновывающих объемы рекомендованного вылова на весь фонд потенциально промысловых озер, в сочетании с заявительным характером получения разрешений на вылов в случае большого количества озер и их значительной суммарной площади может приводить к существенному превышению вылова над промысловым запасом в отдельных водоемах.

Решение сложившейся проблемы возможно различными путями и их сочетаниями.

Расчет объема рекомендованного вылова следует производить для каждого потенциально промыслового озера в отдельности. Такой подход был успешно применен для другого ценностного короткоциклического объекта промысла – артемии. Однако из-за очень большого количества «гаммаридных» водоемов в зоне ответственности филиала он не применим на настоящий момент.

Предусмотреть введение временных ограничений на промысел в озерах, подвергшихся избыточному прессу промысла, где отмечается падение биомассы ниже установленного порогового

значения, либо создать обязательный регламент эксплуатации водоемов, включающий годы без промысла. Этим методом может восстанавливаться подорванный запас биоресурса.

Главная цель – исключить саму возможность подрыва запаса.

Для равномерного распределения промысловой нагрузки наиболее разумным представляется альтернативный подход к расчету рекомендованного вылова не в тоннах на субъект Российской Федерации, а в кг/га. Использование такого подхода обосновано в отношении внутренних водоемов, которые представляют не сплошную акваторию, как в случае морских вод, где расчет запаса на рыболовственный район более чем оправдан, а отдельные, в случае «гаммаридных» озер большей частью бессточные водоемы, где невозможно перераспределение объектов промысла из одного озера в другое, и перелов приведет к подрыву ресурса, пусть и с последующим восстановлением в течение 2-3 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы (2019-2022 гг.) вылов гаммарид в озерах Курганской области был близок к среднемноголетнему и составлял около 570 тонн. С 2000 по 2022 гг. вылов осуществлялся в 23-56 озерах, суммарная промысловая площадь варьировала от 2,1 до 8,1 тыс. га. Промысловая нагрузка на популяции гаммарид в среднем составляла 133,4 кг/га. Сохранение удельного вылова на одном уровне сопровождалось последовательным и значительным уменьшением биомассы раков. В период 2000-2008 гг. средняя биомасса составляла 470 кг/га, тогда как к 2013-2015 гг., она уменьшилась в три раза. В современный период наблюдается статистически достоверное двукратное уменьшение биомассы по сравнению с периодом 2013-2015 гг., а удельный вылов гаммарид в озерах Курганской области превышает биомассу раков.

Причины снижения запаса гаммарид могут быть вызваны как природными факторами, так и чрезмерной промысловой нагрузкой и требуют дальнейшего изучения.

Тем не менее, показано, что применение существующих в настоящее время методов расчета объема рекомендованного вылова может приводить к многократному превышению вылова над промысловым запасом гаммарид в отдельных озерах с падением биомассы в последующие годы.

Для равномерного распределения промысловой нагрузки на популяции гаммарид предложено рассчитывать объем рекомендованного вылова не в тоннах на регион, а в кг/га, применительно к данному виду водных биологических ресурсов. В этом случае разрешенный вылов для каждого водоема будет рассчитываться, исходя из его реальной площади, что позволит предотвратить подрыв запаса.



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов:

Френкель С.Э. – идея и подготовка статьи, анализ данных; **Куцанов К.В.** – сбор и обработка первичных материалов, анализ данных; **Герасимов А.Г.** – сбор и обработка первичных материалов, анализ данных; **Митителло А.В.** – подготовка статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.

The authors declare that there is no conflict of interest.
Contribution to the work of the authors:

Frenkel S.E. – idea and preparation of the article, data analysis; **Kutsanov K.V.** – collection and processing of primary materials, data analysis; **Gerasimov A.G.** – collection and processing of primary materials, data analysis; **Mitiello A.V.** – preparation of the article. All the authors participated in the discussion of the results.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Козлов О.В., Аршевский С.В., Шаров А.В., Накоскин А.Н., Филистееv О.В., Павленко А.В. Популяции *Gammarus lacustris* как основа формирования фаунистических комплексов малых лесостепных озёр Западной Сибири // Изучение водных и наземных экосистем: история и современность. Междунар. Науч. Конф., посвящённая 150-летию Севастопольской биологической станции Института биологии южных морей имени А. О. Kovalevskого и 45-летию НИС «Профessor Водяницкий». Тезисы докл. Севастополь. 2021. С. 269-270.
2. Дексбах Н.К. Мормыш (*Gammarus lacustris*) в водоемах среднего Урала и Зауралья (распространение, экология, использование) // Труды ВГБО. 1952. Т. 4. С. 187-199.
3. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.10.2017 № 501 «Об утверждении перечня видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации, и о признании утратившими силу приказов Минсельхоза России».
4. Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Куцанов К.В., Козлов О.В. Межгодовые колебания промысловых запасов короткоциклических беспозвоночных континентальных водоемов Западной Сибири и проблемы с заблаговременным прогнозом их вылова // Вопросы рыболовства. 2018. Т. 19. №2. С. 193-205.
5. Литвиненко Л.И. Определение общих допустимых уловов (ОДУ) Амфиподы *Gammarus lacustris*. Методические указания. Тюмень. 2004.19 с.
6. Литвиненко Л.И. Определение общих допустимых уловов (ОДУ) водных беспозвоночных // Учебно-методическое пособие. Тюмень: ТГСХА. 2008. 36 с.
7. Литвиненко Л.И., Кискин И.А., Куцанов К.В., Разова Л.Ф., Коваленко А.И. Современное состояние промысловых запасов гаммаруса в озерах Тюменской области // Вестник рыбохозяйственной науки. 2016. Т. 3. № 1 (9). С. 22-28.
8. Козлов О.В., Садчиков А.П. Промысловая гидробиология озерных беспозвоночных. Учебное пособие под ред. Н.Г. Ионина. М.: МАКС Пресс. 2002. 36 с.
9. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 643 «О подготовке и заключении договора пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается».
10. Веснина Л.В., Журавлев В.Б., Новоселов В.А. и др. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН. 1999. 285 с.
11. Евстигнеев В.В., Подуровский М.А., Соловьев В.П. Основы сырьевой базы гидробионтов. Учебно-методическое пособие. Барнаул: Изд-во АлтГТУ. 1997. 109 с.
12. Козлов О.В. Ракообразные систем малых озер в условиях антропогенной нагрузки (на примере водоемов Ишимской равнины). Автореф. дисс. доктора биологических наук. Москва. 2005. 53 с.
13. Козлов О.В., Садчиков А.П. Озерный бокоплав *Gammarus lacustris* в водоемах Западной Сибири и Башкирии // Материалы по флоре и фауне Республики Башкортостан. 2016. № 10. С. 11-15.

REFERENCES AND SOURCES

1. Kozlov O.V. Arshevsky S.V., Sharov A.V., Nakoskin A.N., Filisteev O.V., Pavlenko A.V. (2021). *Gammarus lacustris* population as a basis for the formation of faunal complexes of small forest-steppe lakes of Western Siberia / / The study of aquatic and terrestrial ecosystems: history and modernity. International. Sci. Conference dedicated to the 150th anniversary of the Sevastopol Biological Station of the Institute of Biology of the South Seas named after A. O. Kovalevsky and to the 45th anniversary of the NIS "Professor Vodyanitsky". Abstracts of the dokl. Sevastopol. Pp. 269-270. (In Russ.).
2. Dexbach N.K. (1952). Mormыш (*Gammarus lacustris*) in the waters of the Middle Urals and Trans-Urals (distribution, ecology, use) // Proceedings of the VGBO. Vol. 4. pp. 187-199.
3. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 06.10.2017 No. 501 "On approval of the list of types of aquatic biological resources, in respect of which commercial fishing is carried out in the internal waters of the Russian Federation, with the exception of the internal sea waters of the Russian Federation, and on the invalidation of orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation." (In Russ.).
4. Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Kutsanov K.V., Kozlov O.V. (2018). Interannual fluctuations of commercial stocks of short-cycle invertebrates of the continental waters of Western Siberia and problems with an unfavorable forecast of their catch. Vol. 19. No.2. Pp. 193-205. (In Russ.).
5. Litvinenko L.I. (2004). Determination of the total allowable catches (ODE) of the amphipod *Gammarus lacustris*. Methodical instructions. Tyumen. 19 p. (In Russ.).
6. Litvinenko L.I. (2008). Determination of the total allowable catches of aquatic invertebrates // educational and methodological manual. Tyumen: TGSHA. 36 p.
7. Litvinenko L.I., Kiskin I.A., Kutsanov K.V., Razova L.F., Kovalenko A.I. (2016). The current state of commercial gammarus stocks in the lakes of the Tyumen region // Bulletin of Fisheries Science. Vol. 3. No. 1 (9). Pp. 22-28. (In Russ.).
8. Kozlov O.V., Sadchikov A.P. (2002). Commercial hydrobiology of lake invertebrates. Textbook Edited by N.G. Ionin. M.: MAKС Press. 36 p.
9. Decree of the Government of the Russian Federation of August 25, 2008 No. 643 "on the preparation and conclusion of a contract for the use of aquatic biological resources, the total allowable catch of which is established". (In Russ.).
10. Vesnina L.V., Zhuravlev V.B., Novoselov V.A., etc. (1999). Reservoirs of the Altai Territory: biological productivity and prospects of use. Novosibirsk: Nauka. Sib. RAS. 285 p. (In Russ.).
11. Evstigneev V.V., Podurovsky M.A., Solovov V.P. (1997). The basis of the raw material base is hydrobiants. Educational and methodical manual. Barnaul: Publishing house of AltSTU. 109 p. (In Russ.).
12. Kozlov O.B. (2005). Crustaceans form a system of small lakes under conditions of anthropogenic load (on the example of reservoirs of the Ishim plain). Autoref. diss. Doctor of Biological Sciences. Moscow. 53 p. (In Russ.).
13. Kozlov O.V., Sadchikov A.P. (2016). Lake bokoplav *Gammarus lacustris* in the waters of Western Siberia and Bashkiria // materials on flora and fauna of the Republic of Bashkortostan. No. 10. Pp. 11-15. (In Russ.).



Гидроакустическая оценка условий нерестовых миграций рыб на примере реки Прохладной Калининградской области

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-110-113 EDN oeikri

Научная статья
УДК 639.21

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

Новожилов Олег Анатольевич – кандидат биологических наук, директор Института рыболовства и аквакультуры, Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»),
@ oleg.novozhilov@klgtu.ru, Калининград, Россия

Адрес: Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ») – 236022, Россия г. Калининград, Советский проспект, д. 1

Аннотация.

В работе представлены результаты оценки условий нерестовых миграций рыб участка р. Прохладной путем проведения гидроакустических исследований рельефа ее дна. Данный водоем является водным объектом рыбохозяйственного значения высшей категории и обеспечивает воспроизводство анадромных видов рыб, обитающих в Балтийском море (лосось, кумжа, минога), а также – важных промысловых объектов Калининградского (Вислинского) залива (лещ, судак, плотва, корюшка, густера, налим и др.). Изучение морфометрических характеристик осуществлялось при помощи программно-аппаратного комплекса АсКор, путем получения пространственно-распределенных значений глубин на исследуемом участке и последующего построения модели поверхности дна. В ходе проведенных исследований была отработана методика планирования маршрута гидроакустической съемки на водотоках, получена модель рельефа дна данного водного объекта в виде регулярной матрицы значений глубин, на основании которой был построен продольный профиль р. Прохладной. Результаты работ позволили дать общую характеристику русла на исследуемом участке, а также определить наличие протяженностью до 250 метров в устьевой ее части, которая оказывает отрицательное воздействие на условия нерестовых миграций рыб.

Ключевые слова:

гидроакустический метод, морфометрические характеристики водотоков, батиметрия, цифровая модель рельефа дна, геостатистический метод Кригинг, Калининградская область

Для цитирования:

Алдушин А.В., Новожилов О.А. Гидроакустическая оценка условий нерестовых миграций рыб на примере реки Прохладной Калининградской области // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 110-113.
DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-110-113 EDN oeikri

HYDROACOUSTIC ASSESSMENT OF CONDITIONS OF SPAWNING MIGRATIONS OF FISH ON THE EXAMPLE OF THE PROKHLADNAYA RIVER IN THE KALININGRAD REGION

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

Oleg A. Novozhilov – Candidate of Biological Sciences, Director of the Institute of Fisheries and Aquaculture, Kaliningrad State Technical University (KSTU), @oleg.novozhilov@klgtu.ru , Kaliningrad, Russia

Address: Kaliningrad State Technical University (KSTU) – 236022, Kaliningrad, Sovetsky Prospekt, 1

Annotation. The paper presents the results of assessing the conditions of spawning migrations of fish in the section of the Prokhladnaya River by conducting hydroacoustic studies of the topography of its bottom. This reservoir is a water body of fishery status of the highest category and ensures the reproduction of anadromous fish species living in the Baltic Sea (salmon, trout, lamprey), as well as important commercial fish species of the Kaliningrad (Vistula) Bay (bream, pike perch, roach, smelt, silver bream, burbot and etc.). The study of morphometric characteristics was carried out using the AsCor software and hardware complex by obtaining spatially distributed depth values in the study area and subsequent construction of a bottom surface model. In the course of the studies carried out, a method for planning a hydroacoustic survey route on water bodies was developed, a model of the relief of the bottom of this water body was obtained in the form of a regular matrix of depth values, on the basis of which a longitudinal profile of the Prokhladnaya River was built. The results of the work made it possible to give a general description of the channel in the study area, as well as to determine the presence of a shoal up to 250 meters long in its mouth part, which has a negative impact on the conditions of spawning migrations of fish.

Keywords:

hydroacoustic method, morphometric characteristics of watercourses, bathymetry, digital bottom relief model, geostatistical method Kriging, Kaliningrad region

For citation:

Aldushin A.V., Novozhilov O.A. Hydroacoustic assessment of conditions of spawning migrations of fish on the example of the Prokhladnaya River in the Kaliningrad Region // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 110-113. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-110-113 EDN oeikri

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных проблем равнинных рек является заиление их приусььевых участков, что приводит к снижению глубины в данном месте и, как следствие, затруднению нерестовых миграций рыб [1]. Зачастую постепенному заполнению илом подвергаются и сами русла, что также уменьшает воспроизводительную способность анадромных видов рыб в этих водотоках. Указанная проблема требует проведения мониторинга состояния степени заиления как устьев этих рек, так и самих русел. Одним из подходов к решению данного вопроса является изучение морфометрических характеристик таких водотоков. В настоящее время для этих целей применяют гидроакустические комплексы, которые в короткие сроки позволяют получать информацию о морфологических условиях водоема путем фиксации координат и глубины места. Принимая во внимание тот факт, что в настоящее время встречаются попытки оценки биологической эффективности рыбохозяйственной мелиорации путем расчистки заиленных участков [1], оценка текущего состояния русел рек и их приусььевых участков, с точки зрения их заиления, играет важную роль при изучении условий нерестовых миграций рыб и определении мест проведения рыбохозяйственной мелиорации.

Целью настоящей работы являлась отработка методики и оценка условий нерестовых миграций рыб р. Прохладной путем изучения ее морфологических характеристик с помощью гидроакустических средств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью оценки условий нерестовых миграций рыб на р. Прохладной в 2019 и 2020 годах были проведены работы по изучению морфологических характеристик ее дна, заключающиеся в получении данных о глуби-

нах на разных участках реки и последующем построении на их основе цифровой модели рельефа дна. Для решения первой задачи был использован программно-аппаратный гидроакустический комплекс AsCor [2; 3]. В рамках проводимых исследований был обследован участок протяженностью 13,5 км от пос. Косятухино до устьевой части в пос. Ушаково (рис. 1).

Построение цифровой модели рельефа дна, а также карты глубин и профиля дна исследуемой реки на ее основе, осуществлялось на основании интерполяции пространственно-распределенных значений глубин в узлы регулярной решетки. В качестве метода интерполяции был выбран геостатистический метод «Кригинг», определяющий нахождение таких

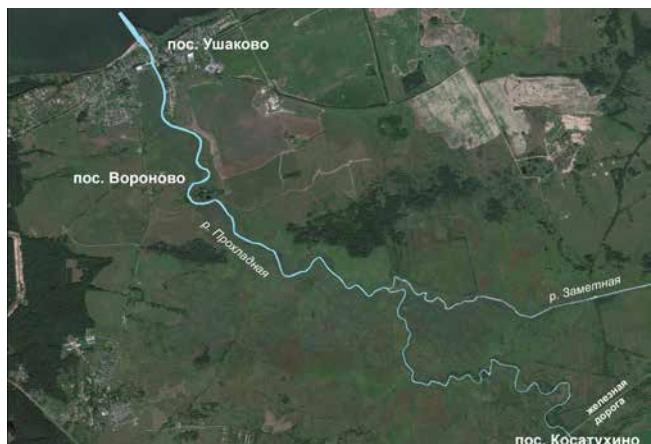


Рисунок 1. Карта участка исследования р. Прохладной

Figure 1. Map of the study area of the Prokhladnaya River

коэффициентов, которые обеспечивают минимум вариации оценки получаемых величин [4]. Последнее достигается за счет применения вариаграммы, показывающей пространственную автокорреляцию измеренных опорных точек [5]. С целью визуального представления профиля р. Прохладной дополнительно использовалась среда электронных таблиц MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение условий нерестовых миграций рыб на р. Прохладной осуществлялось при помощи лодки с установленным на нее программно-аппаратным комплексом АсКор. По пути следования судна, с помощью данного комплекса, осуществлялась запись эхограмм, обработка которых позволила получить множество точек с информацией в каждой из них о глубине места и его координатах. В отличие от других типов водных объектов (озера, моря, заливы, пруды), где длина и ширина в целом сопоставимы, для рек (ручьев, каналов и т.п.) характерна обратная ситуация, когда длина значительно превосходит ширину. Это накладывает определенные ограничения при построении цифровой модели рельефа дна средствами геоинформационных систем (использующих в качестве модели структуры данных для представления поверхностей регулярную решетку), и как следствие, влияет на сбор исходных данных по глубинам. При планировании маршрутов гидроакустической съемки также необходимо учитывать возможную погрешность в определении координат местности GPS-приемниками, которая зависит от ряда факторов и в среднем составляет 5-10 м (общая



Рисунок 2. Схематичное представление проблемы занижения реального значения глубины при движении судна галсами по типу меандра на реках и других водотоках

Figure 2. Schematic representation of the problem of underestimation of the real value of the depth when the ship is moving in tacks like a meander on rivers and other watercourses

погрешность измерения находится в диапазоне 3-50 м и более) [6; 7], что на узких участках рек делает нецелесообразным планирование схемы движения судна с получением множества рядом расположенных точек с резко различающимися значениями глубин в них (обычно проявляется при зигзагообразном движении судна от одного берега реки к другому). Учитывая это, при планировании пути следования судна, было решено придерживаться продольной схемы галсов, при этом один из них должен проходить вдоль центра реки, остальные (в зависимости от ширины реки) со смещением от центра к левому/правому берегам. Так, на относительно узких участках р. Прохладной (до 20 м ши-

риной) основной путь следования судна был проложен вдоль центра р. (по фарватеру), а также, по возможности, по левому и правому берегам. В более широких участках реки дополнительно (помимо центрального галса и галсов вдоль берегов) использовались промежуточные галсы между центральной частью реки и левым/правым берегом. Схема движения судна галсами по типу меандра, широко применяемая при проведении съемок на крупных водных объектах, для рек не подходит, ввиду разномасштабного коэффициента расстояния (по вертикали и горизонтали) при построении цифровой модели рельефа, из-за которого происходит занижение реальных значений глубин между галсами в узлах регулярной решетки, т.к. береговая линия (околонулевые значения глубины) и близлежащие к ней точки оказывают большее влияние на интерполируемую величину, по причине более близкого расположения к узлу регулярной решетки (рис. 2).

С учетом рассмотренной выше проблемы занижения реального значения глубины при движении судна галсами по типу меандра на реках и других водотоках, на р. Прохладной, при изучении рельефа ее дна, использовались следующие виды галсов. В приусадебной части, где ширина реки составляет 38-40 м, при проведении гидроакустической съемки данного участка водоема использовалась схема из пяти продольных галсов: центрального, вдоль левого и правого берегов, а также по одному – между центральным галсом и галсом вдоль правого берега и центральным галсом и галсом вдоль левого берега. По мере удаления от устья и сужения реки (близ пос. Вороново ширина составляет порядка 18 м, в районе впадения р. Заметной – 10-15 м, в месте расположения сохранившихся опор моста, выше пересечения с железной дорогой – не более 10 м) использовалась схема из трех галсов: центрального и вдоль берегов.

По результатам проведенной гидроакустической съемки был построен профиль дна участка р. Прохладной, который показывает наличие бара в ее устьевой части (рис. 3). Протяженность бара составляет порядка 150-250 м, а минимальная глубина залива в районе наносов и глубина устья реки снижается до 0,3 м (рис. 3-4). Устьевой участок реки заканчивается молом, выложенным диким камнем на расстоянии более 250 м и частично разрушенным. Разрушение молов привело к снижению скорости движения воды на данном участке и его заилиению. В то же время, остатки мола не позволяют производителям попадать в реку вдоль

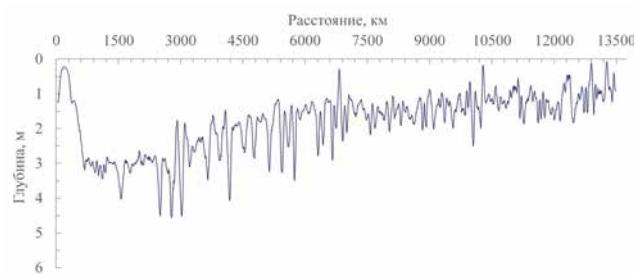


Рисунок 3. Продольный профиль участка р. Прохладной (по данным 2019-2020 гг.)

Figure 3. Longitudinal profile of a section of the Prokhladnaya River (according to 2019-2020)



Рисунок 4. Бар в устье р. Прохладной (глубины получены на основании построенной цифровой модели рельефа дна)

Figure 4. Bar at the mouth of the Prokhladnaya River (depths were obtained based on the built digital model of the bottom topography)

берега залива, и они вынуждены преодолевать бар глубиной до 0,3 м и протяженностью до 150-250 метров.

Сразу за баром русло характеризуется максимальными для исследуемого участка глубинами, достигая 4-5 м, средние глубины при этом составляют 2-3 метра. Вверх по течению, ближе к правому притоку – р. Заметной – глубина русла постепенно уменьшается, средние глубины составляют порядка 1,4-1,9 м, изредка встречаются участки с глубинами чуть менее 1 метра. За правым притоком выше по течению, по направлению к пос. Косатухино, сохраняется тенденция к уменьшению глубины русла р. Прохладной: здесь достаточно часто встречаются участки с отмелями, где глубины не превышают 0,3-0,4 м, а средняя глубина составляет около 0,8-1,2 м (рис. 3).

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что на р. Прохладной в ее устье имеется бар высотой около 2,5-3 м, который снижает глубину в данной части реки до 0,3 метра. На протяжении почти 10 км от устья глубина русла р. Прохладной составляет более 1 м, за исключением двух участков: самого устья и участка реки на расстоянии порядка 7 км от него, где встречаются отмелы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный в работе подход к планированию маршрута гидроакустической съемки, при изучении морфологических условий нерестовых миграций рыб, позволяет не только повысить качество получаемой цифровой модели рельефа поверхности дна, но и применять его на других сходных водных объектах Калининградской области, а также других регионов России. Результаты проведенных исследований на р. Прохладной могут свидетельствовать о необходимости улучшения условий естественного воспроизводства анадромных рыб в ней, путем очистки устьевого участка и устранения бара, препятствующего массовому заходу рыбы в реку.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Вклад авторов в работу: Алдушин А.В. — идея работы,

сбор и анализ данных, построение модели рельефа дна, подготовка статьи (материалы и методы исследований, результаты исследований и их обсуждение); Новожилов О.А. — идея работы, сбор и анализ данных, подготовка текста статьи (введение, заключение, результаты исследований и их обсуждение), окончательная проверка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

The authors' contribution to the work: Aldushin A.V. — the idea of the work, data collection and analysis, construction of a model of the bottom relief, preparation of the article (research materials and methods, research results and their discussion); Novozhilov O.A. — the idea of the work, data collection and analysis, preparation of the text of the article (introduction, conclusion, research results and their discussion), the final verification of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Шибаев С.В., Соколов А.В., Алдушин А.В., Дегтев А.И., Новожилов О.А., Барановский П.Н., Серпунин Г.Г., Саускан В.И. Оценка воспроизводительной способности и возможного эффекта рыбохозяйственной мелиорации на примере р. Промысловой бассейна Куршского залива // Известия КГТУ. 2019. № 55. С. 145-160.
- Дегтев А.И. Программно-техническая реализация гидроакустического метода количественной оценки плотности водных биомасс: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18. – Петрозаводск. 2004. 168 с.
- Дегтев А.И., Ивантер Д.Э. Автоматизированная система количественной оценки рыбных запасов гидроакустическим методом АСКОР-2 // Рыбное хозяйство. 2002. № 4. С. 32-40.
- Борисенко Э.С. Гидроакустические исследования распределения рыб в пойменно-речевой системе Нижнего Иртыша: дис. ... канд. биол. наук. ИПЭ РАН. Москва. 2013. 158 с.
- Введение в ArcGIS Geostatistical Analyst. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/analysis/geostatistical-analyst/deterministic-methods-for-spatial-interpolation.htm>. (Дата обращения 03.10.2023)
- Выюнова А.Н., Золотарев О. В. Исследование способов повышения точности позиционирования за счет дополнительных наземных средств. Физико-техническая информатика (CPT2020): Материалы 8-ой Международной конференции, Пущино, Московская обл., 09-13 ноября 2020 года. Нижний Новгород: Автономная некоммерческая организация в области информационных технологий «Научно-исследовательский центр физико-технической информатики», 2020. С. 246-274. DOI 10.30987/conferencearticle_5fd755c06b36c7.92832798. EDN GNPYJM.
- Клюшин Е.Б., Гайрабеков И.Г., Маркелова Е.Ю., Шлапак В.В. Спутниковые методы измерений в геодезии. Часть 3. Учебное пособие. – М.: Изд-во МИИГАиК. 2015. 110 с.

REFERENCES AND SOURCES

- Shibaev S.V., Sokolov A.V., Aldushin A.V., Degtев A.I., Novozhilov O.A., Baranovsky P.N., Serpunin G.G., Sauskan V.I. (2019). Assessment of reproductive capacity and possible effect of fishery reclamation on the example of the Commercial river basin of the Curonian Lagoon // News of KSTU. No. 55. Pp. 145-160. (In Russ.).
- Degtев A.I. (2004). Software and technical implementation of the hydroacoustic method for quantifying the density of aquatic biomass: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.13.18. – Petrozavodsk. 168 p. (In Russ.).
- Degtев A.I., Ivanter D.E. (2002). Automated system of quantitative assessment of fish stocks by hydroacoustic method ASCOR-2 // Fisheries. No. 4. Pp. 32-40. (In Russ.).
- Borisenko E.S. (2013). Hydroacoustic studies of fish distribution in the floodplain-channel system of the Lower Irtysh: dis. ... cand. biol. sciences. IPEE RAS. Moscow. 158 p. (In Russ.).
- Introduction to ArcGIS Geostatistical Analyst. [electronic resource]. – Access mode: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/analysis/geostatistical-analyst/deterministic-methods-for-spatial-interpolation.htm>. (Date of request 03.10.2023). (In Russ.).
- Vyupova A.N., Zolotarev O. V. (2020). Investigation of ways to increase the accuracy of positioning due to additional ground-based means. Physical and Technical Informatics (CPT2020): Proceedings of the 8th International Conference, Pushchino, Moscow Region, November 09-13, 2020. Volume Part 2. – Nizhny Novgorod: Autonomous non-profit organization in the field of information technologies "Scientific Research Center of Physical and Technical Informatics". Pp. 246-274. DOI 10.30987/conferencearticle_5fd755c06b36c7.92832798. EDN GNPYJM. (In Russ.).
- Klyushin E.B., Gayrabekov I.G., Markelova E.Yu., Shlapak V.V. (2015). Satellite measurement methods in geodesy. Part 3. Textbook. – M.: Publishing house of MIIGAiK. 110 p. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 15.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 20.10.2023

Современное состояние кормовой базы участка реки Днепр в пределах Смоленской области

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-114-121 EDN ovhpch

Научная статья
УДК 574.5:639. 639.313

Никитенко Алексей Иванович – руководитель группы гидробиологии, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), @alexey_nikitenko90@mail.ru, Московская обл., Россия

Тюлин Дмитрий Юрьевич – кандидат биологических наук, главный специалист группы гидробиологии, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), @dmityul@mail.ru, Московская обл., Россия

Горячев Дмитрий Владимирович – заведующий лабораторией водных биологических ресурсов, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), @Gdv1892@mail.ru, Московская обл., Россия

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

Ускова Светлана Сергеевна – ведущий специалист группы гидробиологии, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), @hidra@vniiprh.ru, Московская обл., Россия

Христенко Галина Ипполитовна – ведущий специалист группы гидробиологии, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), @hidra@vniiprh.ru, Московская обл., Россия

Ерёмин Сергей Сергеевич – лаборант группы гидробиологии, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), @ailorn@mail.ru, Московская обл., Россия

Жарикова Валентина Юрьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель научного направления, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), @Zharikova_VY@vniiprh.ru, Московская обл., Россия

Строганов Андрей Николаевич – доктор биологических наук, доцент, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (МГУ имени М.В. Ломоносова). @andrei_str@mail.ru, Москва, Россия

Адреса:

1. Филиал по пресноводному рыбному хозяйству Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИИПРХ) – 141821, Рыбное, д. 40А,
2. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») – 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19,
3. Северо-Восточный государственный университет – 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 13
4. Дагестанский государственный университет (ДГУ) – 367025, г. Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а
5. Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) Астраханский государственный технический университет (ДРТИ АГТУ) – 141821, Рыбное, д. 36
6. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова – 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1

Аннотация.

В работе представлены материалы по состоянию водных биоресурсов и среды их обитания в р. Днепр в границах Смоленской области, по данным 2019 года. Ихиофауна р. Днепр, в пределах обследованного участка, не отличалась видовым разнообразием: выявлено 10 видов рыб, относящихся к семействам карповые (*Cyprinidae*) и окуневые (*Percidae*). Доминировала плотва (*Rutilus rutilus*), субдоминанты – голавль (*Squalius cephalus*) и окунь (*Perca fluviatilis*). Средний олигохетный индекс, находящийся в пределах от 21 до 50%, характеризует воды реки как слабозагрязненные и относящиеся ко II классу качества. В составе фитопланктона преобладали диатомовые и зелёные водоросли. В составе зоопланктона среди коловраток доминировали представители рода *Brachionus*, среди ветвистоусых – ракчи рода *Bosmina*. В составе зообентоса доминировали личинки хирономид, субдоминанты – олигохеты. Река Днепр в границах Смоленской области, по нашим данным, по уровню развития фитопланктона и зоопланктона характеризуется как «малокормный» участок для рыб фитофагов и зоопланктофагов, а по уровню развития зообентоса – как «высококормный» участок. Для ихиофауны исследованного участка характерно наличие хищных и всеядных рыб, не характерно – наличие фитофагов и зоопланктофагов, что может быть связано с особенностями состояния естественной кормовой базы.

Ключевые слова:

Днепр, популяция, промысловая ихтиомасса, пресноводные, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, естественная кормовая база, рыбы, ихтиофауна

Для цитирования:

Никитенко А.И., Тюлин Д.Ю., Горячев Д.В., Смирнов А.А., Ускова С.С., Христенко Г.И., Еремкин С.С., Жарикова В.Ю., Стrogанов А.Н. Современное состояние кормовой базы участка реки Днепр в пределах Смоленской области // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 114-121. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-114-121 EDN ovhpch

THE CURRENT STATE OF THE FODDER BASE OF THE Dnieper RIVER SECTION WITHIN THE SMOLENSK REGION

Alexey I. Nikitenko – Head of the Hydrobiology Group, Freshwater Fisheries Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution ("VNIIPRH"), @ alexey_nikitenko90@mail.ru, Moscow region, Russia

Dmitry Y. Tyulin – Candidate of Biological Sciences, Chief Specialist of the Hydrobiology Group, Freshwater Fisheries Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution ("VNIIPRH"), @ dmityul@mail.ru, Moscow region, Russia

Dmitry V. Goryachev – Head of the Laboratory of Aquatic Biological Resources, Freshwater Fisheries Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution ("VNIIPRH"), @ Gdv1892@mail.ru, Moscow region, Russia

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

Svetlana S. Uskova – Leading Specialist of the Hydrobiology Group, Freshwater Fisheries Branch of VNIRO Federal State Budgetary Institution ("VNIIPRH"), @ hidra@vniiprh.ru, Moscow region, Russia

Galina I. Hristenko – Leading Specialist of the Hydrobiology Group, Freshwater Fisheries Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution ("VNIIPRH"), @ hidra@vniiprh.ru, Moscow region, Russia

Sergey S. Eremkin – Laboratory assistant of the Hydrobiology Group, Freshwater Fisheries Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution ("VNIIPRH"), @ ailorn@mail.ru, Moscow region, Russia

Valentina Yu. Zharikova – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Scientific direction, Branch for Freshwater Fisheries of the VNIRO Federal State Budgetary Institution ("VNIIPRH"), @ Zharikova_VY@vniiprh.ru, Moscow region, Russia

Andrey N. Stroganov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Lomonosov Moscow State University (Lomonosov Moscow State University), @ andrei_str@mail.ru, Moscow, Russia

Addresses:

1. Freshwater Fisheries Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIIPRH) – 141821, Rybnoye, 40A,
2. All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography" (VNIRO) – 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19,

3. North-Eastern State University – 685000, Magadan, Portovaya str., 13

4. Dagestan State University (DSU) – 367025, Makhachkala, Gadzhieva str., 43a

5. Dmitrov Fisheries Technological Institute (branch) Astrakhan State Technical University (DRTI AGTU) – 141821, Rybnoye, 36

6. Lomonosov Moscow State University – 119991, Moscow, Leninskie gory, 1

Annotation. The paper presents materials on the state of aquatic bioresources and their habitat in the Dnieper River within the borders of the Smolensk region, according to 2019 data. The ichthyofauna of the Dnieper River within the surveyed area did not differ in species diversity: 10 species of fish belonging to the families Cyprinidae (Cyprinidae) and perch (Percidae) were identified. Roach (*Rutilus rutilus*) dominated, the subdominants were chub (*Squalius cephalus*) and perch (*Perca fluviatilis*). The average oligochaete index, ranging from 21 to 50%, characterizes the waters of the river as slightly polluted and belonging to class II quality. The composition of phytoplankton was dominated by diatoms and green algae. As part of zooplankton, representatives of the genus *Brachionus* dominated among rotifers, and crustaceans of the genus *Bosmina* dominated among branchiiformes. The composition of zoobenthos was dominated by larvae of chironomids, subdominants – oligochaetes. The Dnieper River within the borders of the Smolensk region, according to our data, is characterized by the level of development of phytoplankton and zooplankton as a "low-feeding" area for phytophagous fish and zooplanktophages, and by the level of development of zoobenthos as a "high-feeding" area. The ichthyofauna of the studied area is characterized by the presence of predatory and omnivorous fish, the presence of phytophages and zooplanktophages is not characteristic, which may be due to the peculiarities of the state of the natural food supply.

Keywords:

hydroacoustic method, morphometric characteristics of watercourses, bathymetry, digital bottom relief model, geostatistical method Kriging, Kaliningrad region

For citation:

Nikitenko A.I., Tyulin D.Yu., Goryachev D.V., Smirnov A.A., Uskova S.S., Khristenko G.I., Eremkin S.S., Zharikova V.Yu., Stroganov A.N. The current state of the fodder base of the Dnieper River section within the Smolensk Region // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 114-121. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-114-121 EDN ovhpch

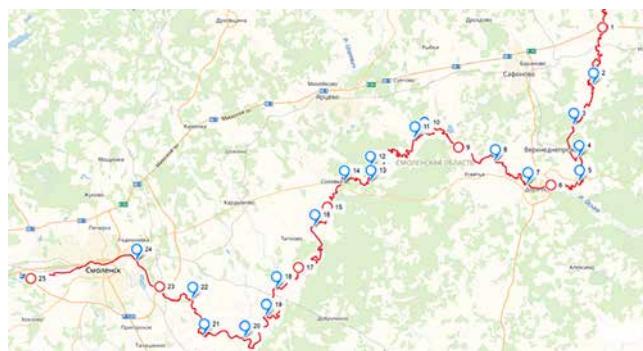


Рисунок 1. Карта постановки сетных орудий лова и схема станций отбора проб на реке Днепр в 2019 году

Станции исследований: 1, 6, 9, 15, 17, 23, 25 – сбор ихтиологических проб; 1, 2, 6, 7, 9, 11, 15, 22, 23 – сбор проб фитопланктона; 1-25 – сбор проб зоопланктона и макрообентоса.

Figure 1. Map of the placement of net fishing gear and scheme of sampling stations on the Dnieper River in 2019.

Research stations: 1, 6, 9, 15, 17, 23, 25 - collection of ichthyological samples; 1, 2, 6, 7, 9, 11, 15, 22, 23 collection of phytoplankton samples; 1-25 collection of zooplankton and macrozoobenthos samples.

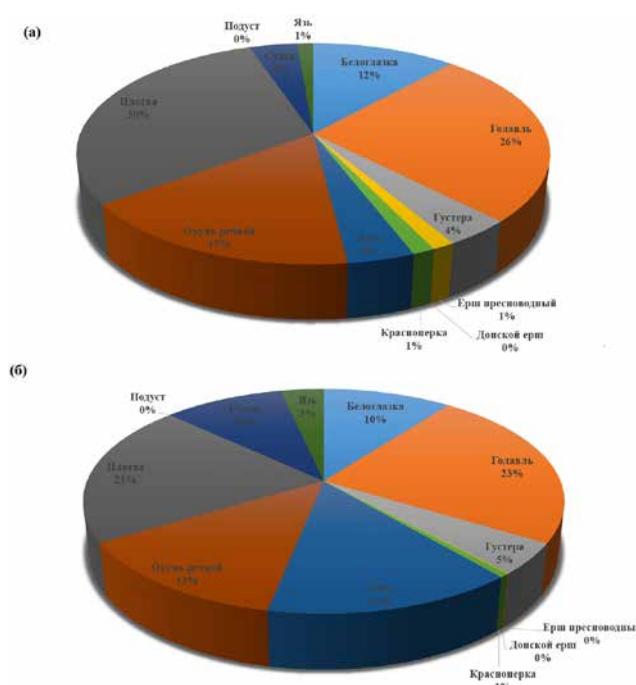


Рисунок 2. Встречаемость различных видов рыб в уловах на исследуемом участке р. Днепр в 2019 г., по численности (а), по массе (б), %.

Figure 2. Occurrence of different fish species in catches on the studied section of the Dnieper River in 2019, by abundance (a), by mass (b), %.

Видовой состав – один из значимых показателей, позволяющий судить о проявлениях многообразных факторов, определяющих жизнь природного сообщества [1]. Фаунистические исследования являются собой необходимое звено в определении структурных

и функциональных характеристик сообществ макрообентоса и, кроме того, применяются с целью оценки состояния пресноводных экосистем. Состав донного населения водоёмов относительно постоянен, если акватория не подвержена сильному загрязнению, из-за которого из экосистемы выпадают целые группы беспозвоночных животных, происходят изменения видового состава биоценозов [2; 3; 4]. Вышеупомянутые обстоятельства определяют актуальность настоящей работы.

Одна из крупнейших европейских рек – Днепр является трансграничным водным объектом, находящимся в совместном международном пользовании Российской Федерации, Республики Беларусь и Украины. Длина р. Днепр от истока до устья составляет около 2,145 тыс. км [5]. Бассейн простирается с севера на юг почти на 1000 км, с запада на восток – на 600 км. Часть р. Днепр находится на территории Смоленской области, что составляет 1/5 часть из 509 тыс. км² общей площади бассейна Днепра и имеет протяженность от истока до границы с Республикой Беларусь 503 км. Площадь водосбора основного русла р. Днепр в Смоленской области – 16,8 тыс. км² (16,5% территории бассейна Верхнего Днепра) [6].

По данным Г.А. Оливари [7], основанным на большом объёме количественных и качественных проб, на начальных этапах зарегулирования р. Днепр общее число видов, входящих в состав бентоса, достигало 800. На основании многолетних (1970-1980 гг.) количественных сборов макрообентоса на всём протяжении Днепра, в его составе зарегистрировано 362 вида беспозвоночных, принадлежащих к 12 классам [8]. Такое существенное различие видового богатства бентоса, по сравнению с данными Г.А. Оливари, по нашему мнению, объясняется тем, что материалы по бентосу представлены исключительно количественными дночерпательными пробами (без качественных смызов с камней, макрофитов и других субстратов), кроме того, из списка видов донной фауны [8] исключены клещи, большинство видов жуков, клопов, личинок многих групп двукрылых, являющихся неотъемлемым компонентом экосистем. Уменьшение (по сравнению с 1950-1960 годами) представительства таких групп как стрекозы и ручейники может быть закономерным явлением, обусловленным зарегулированием р. Днепр. Согласно данным Ю.С. Зверковой [1], полученным в рамках исследований на верхнем участке реки в границах Смоленской области, в прибрежной зоне было зарегистрировано 97 видов, что существенно меньше, чем у исследователей в 1950-1980 годы.

Целью настоящей работы являлось исследование состояния ихтиофауны и естественной кормовой базы р. Днепр в Смоленской области в 2019 г., в условиях отсутствия промышленного рыболовства. Для выполнения данной цели ставились задачи качественного и количественно-



Сбор гидробиологических проб

го исследования ихтиофауны, фитопланктона, зоопланктона и зообентоса.

Сбор материалов проводили в 2019 г. на р. Днепр в пределах Смоленской области в рамках комплексных исследований (рис. 1).

Ихтиофауна собиралась при помощи сетей с шагом ячей от 30 до 70 мм.

Отбор и обработку гидробиологических проб фито- и зоопланктона, макрообентоса выполняли по общепринятым методикам [9; 10; 11].

По данным П.И. Жукова [12], состав рыбного населения р. Днепр в 1960-е годы состоял из 35 видов рыб. После данного периода, до начала 2000-х годов, информация о водных биоресурсах отсутствует. В 2010-е годы в составе ихтиофауны отмечено от 18 до 22 видов [5; 13]. Однако по результатам исследований на участке р. Днепр в 2019 г. было выявлено лишь 10 видов рыб, относящихся к семействам карповые *Cyprinidae* и окуневые *Percidae*: плотва, голавль, речной окунь, лещ, белоглазка, судак, густера, язь, ёрш, красноперка. По встречаемости и массе в уловах 2019 г. на р. Днепр Смоленской области доминировали карповые – около 80% (рис. 2). Плотва (*Rutilus rutilus*) преобладает в рыбной части сообщества на исследованном участке р. Днепр. Видами-доминантами на большем протяжении русла Днепра являются также голавль (*Squalius cephalus*) и речной окунь (*Perca fluviatilis*), что характерно для большинства более или менее крупных рек Центральной России [13].

Возможно уменьшение количества видов в наших сборах в 2019 г. было связано с коротким периодом исследований и отсутствием при лове мелкоячейных орудий лова.

Промысловая длина (SL) голавля в выборке из р. Днепр варьировалась в пределах 21,5–37 см ($25,8 \pm 0,81$), коэффициент вариации (CV) составил 14,1%. В уловах отмечены особи массой 147–762 г ($250,7 \pm 30,6$), CV = 54,5%. В соотношении полов наблюдалось равенство. Возраст варьировал от 4+ до 6+ лет, средний возраст составил $4,6 \pm 0,16$ лет, CV = 15,1%.



Сбор ихтиологических проб

Таблица 1. Основные биологические характеристики рыб на исследуемом участке р. Днепр в 2019 году / **Table 1.** Main biological characteristics of fish on the studied section of the Dnieper River in 2019

Вид	Возраст, лет						Соотношение ♀ : ♂	Коэффициент упитанности	n
	2+	3+	4+	5+	6+	7+			
Голавль (<i>Squalius cephalus</i>)	-	-	23,6 184,6	26,9 258,4	34,3 587,0	-	1:1	1,38	20
Плотва (<i>Rutilus rutilus</i>)	-	-	20,5 140,7	24,0 251,0	25,8 308,0	-	1:0,08	1,70	22
Густера (<i>Blicca bjoerkna</i>)	-	-	21,0 172,0	27,0 357,0	28,0 467,0	-	все самки	1,88	3
Белоглазка (<i>Ballerus sapo</i>)	-	23,5 168	24,3 190,3	26,5 239,3	30,0 372,5	-	1:0,4	1,31	9
Лещ (<i>Abramis brama</i>)	-	-	-	34,5 716,0	34,5 672,0	46,5 1676,0	1:1	1,68	3
Речной окунь (<i>Perca fluviatilis</i>)	-	19,7 99,5	22,0 154,5	26,7 269,8	-	29,5 400,0	все самки	1,41	13

Примечание. Над чертой – средняя длина, под чертой – среднее значение массы, n – количество экземпляров

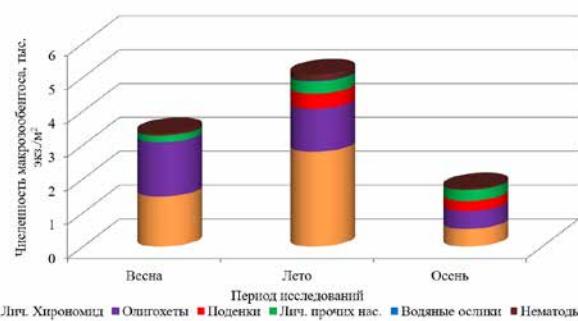


Рисунок 3. Численность наиболее ценных в пищевом отношении организмов макрообентоса на исследуемом участке р. Днепр в 2019 году

Figure 3. Abundance of the most valuable organisms in terms of food in the benthic invertebrate communities on the studied section of the Dnieper River in 2019

В 2019 г. в уловах отмечены особи плотвы с SL 18,5-26 см ($22,1 \pm 0,5$), CV=10,9%. Масса варьировала в пределах 94-314 г ($191,6 \pm 14,9$), CV=37,3%. В соотношении полов преобладали самки (93%). Выборка плотвы в 2019 г. была представлена возрастами 4+-6+ ($4,5 \pm 0,14$ лет), CV= 14,8%.

В сетных уловах в 2019 г. длина речного окуня варьировала в пределах 19,5-30 см ($24,4 \pm 0,95$), CV=14,1%. В выборке отмечены особи массой 92-400 г ($218,2 \pm 27,1$), CV= 44,9%. В соотношении полов наблюдалось полное доминирование самок (100%). Возраст варьировал от 3+ до 7+ лет, средний возраст составил $4,5 \pm 0,3$ лет, CV= 23,1%.

Для нагула рыб сложились удовлетворительные условия практически на всей акватории р. Днепр, благодаря достаточному количеству кормовых организмов. Вследствие этого, коэффициент упитанности по Фультону для мирных видов рыб составил 1,54, а для хищных – 1,34.

Основные биологические характеристики рыб, обследованных в 2019 г. представлены в таблице 1.

Гидробиологические исследования были проведены в мае, июле и августе 2019 года. В составе фитопланктона на исследованных участках в весенний период выявлено 29, в летний – 61, в осенний – 43 таксона водорослей. В таксономической структуре весной и осенью преобладали диатомовые (представители родов *Cyclotella*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Stephanodiscus*); летом – протококковые (рр. *Coelastrum*, *Tetrastrum*, *Dictyosphaerium*, *Ankistrodesmus*, *Crucigenia*, *Didymocystis*, *Scenedesmus*). Осенью, кроме диатомовых, отмечены вольвоксовые (рр. *Pandorina*, *Chlamydomonas*). Синезелёные, в основном *Microcystis*, встречались летом и осенью. Численность и биомасса водорослей в среднем за вегетационный период составили 1,95 млн кл./л и 1,01 мг/л, соответственно.

В целом, на долю диатомовых и зелёных водорослей приходится 69% от всех отмеченных таксонов водорослей.

В зоопланктоне зарегистрировано 10 видов коловраток, 7 видов – ветвистоусых, а также – представители веслоногих ракообразных (*Cyclopoida*, *Calanoida* рода *Diaptomus* и науплии). Среди коловраток доминировали представители рода *Brachionus*, среди ветвистоусых – ракчи рода *Bosmina*. Весной средняя численность зоопланктона составила 0,64 тыс. экз./ м³, летом – 1,42 тыс. экз./м³, осенью – 18,76 тыс. экз./м³. Биомасса достигала значения 0,003 г/м³ весной, 0,005 г/м³ – летом и 0,06 г/м³ – осенью. Осенью увеличение численности и биомассы зоопланктона происходило за счет коловраток (*Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata*) и веслоногих ракообразных, в основном – *Cyclopoida*. В среднем численность коловраток за сезон составила 80,9% от общей численности и 56,5% от общей биомассы зоопланктона. Ветвистоусые

ракообразные составили 4,8% от общей численности и 8,7% от общей биомассы зоопланктона, доля веслоногих ракообразных составила 14,2% и 34,8%, соответственно. Среднесезонные показатели зоопланктона в целом составили: численность – 6,94 тыс. экз./ m^3 , биомасса – 0,02 г/ m^3 .

В составе зообентоса были обнаружены личинки хирономид, олигохеты, личинки мокрецов, ручейников, личинки и куколки прочих насекомых, двустворчатые и брюхоногие моллюски, пиявки, нематоды, водяные ослики.

Высокая встречаемость таксонов организмов на исследуемом участке р. Днепр характерна для личинок хирономид (от 80 до 84%), олигохет (от 64 до 80%), двустворчатых моллюсков (от 52 до 92%) и личинок мокрецов (от 40 до 60%) (табл. 2).

Наибольшее видовое разнообразие отмечено в осенний период за счет личинок насекомых, подготавливающихся к зимовке: хаоборусов, комаров-долгоножек, мошек, слепней, стрекоз и жуков.

В вегетационный период 2019 г. численность макрообентоса р. Днепр в весенний период составляла 3,7 тыс. экз./ m^2 , в летний – 5,7 тыс. экз./ m^2 , в осенний – 2,3 тыс. экз./ m^2 ; весной биомасса достигала значения 332,5 г/ m^2 , летом – 711,5 г/ m^2 и осенью – 90,4 г/ m^2 , со средним значением за весь период исследований 3,9

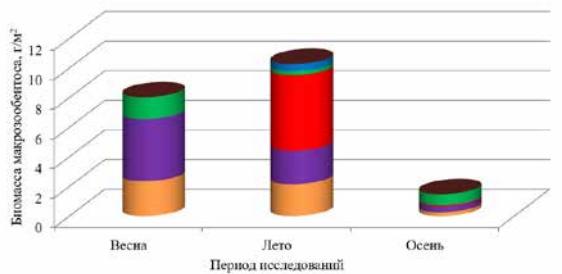


Рисунок 4. Биомасса наиболее ценных в пищевом отношении организмов макрообентоса на исследуемом участке р. Днепр в 2019 году

Figure 4. Biomass of the most valuable organisms in terms of food in the benthic invertebrate communities on the studied section of the Dnieper River in 2019

тыс. экз./ m^2 и 378,1 г/ m^2 , соответственно. Высокие показатели биомассы макрообентоса обусловлены развитием двустворчатых (*p. Unio*) и брюхоногих моллюсков.

По численности в составе макрообентоса в 2019 г. преобладали личинки хирономид (от 23,0% до 49,6%), олигохеты (от 22,5% до 43,2%) и моллюски (от 9,2% до 23,5%).

По данным проведённых исследований в 2005-2008 гг. Ю.С. Зверьковой [1], по числен-

Таблица 2. Встречаемость групп макрообентоса по сезонам на исследуемом участке р. Днепр в 2019 г, % / **Table 2.** Occurrence of benthic invertebrate communities groups by seasons on the studied section of the Dnieper River in 2019, %

Таксоны	Весна			Лето			Осень		
	Личинки и куколки насекомых								
<i>Chironomidae</i>	84			84			80		
<i>Chaoboridae</i>	-			-			4		
<i>Tipulidae</i>	-			-			8		
<i>Ceratopogonidae</i>	40			56			60		
<i>Simuliidae</i>	-			-			8		
<i>Tabanidae</i>	-			-			4		
Прочие Brachycera	8			8			4		
<i>Trichoptera</i>	12			20			28		
<i>Plecoptera</i>	8			-			4		
<i>Ephemeroptera</i>	-			24			44		
<i>Odonata</i>	-			-			24		
<i>Coleoptera</i>	-			-			16		
Куколки <i>Nematocera</i>	28			12			12		
Моллюски									
<i>Bivalvia</i>	68			52			92		
<i>Gastropoda</i>	20			12			4		
Черви									
<i>Oligochaeta</i>	68			64			80		
<i>Nematoda</i>	20			36			16		
<i>Clitellata</i>	8			20			16		
Ракообразные									
<i>Asellus aquaticus</i>	-			4			-		



ности в бентосе преобладали моллюски (34,1%-53,9%) и олигохеты (12,4%-33,2%), а среди личинок и куколок насекомых доминировали хирономиды (13,8%-36,0%). Численность донных организмов в среднем составляла 438 экз./м², при общей биомассе 410,67 г/м².

При сравнении данных сезона 2005-2008 гг. и 2019 г. можно отметить увеличение численности макрозообентоса, однако при этом наблюдается незначительное снижение биомассы, что обусловлено изменениями в его структуре – снижение количества моллюсков и бурное развитие хирономид и олигохет.

Показатели численности и биомассы мягкого зообентоса представлены на рисунках 3 и 4.

Качество воды р. Днепр, по показателям олигохетного индекса, значительно изменялось по станциям (от 0 до 100%), но незначительно – по сезонам. Условно стабильные показатели олигохетного индекса отмечены на ст. 2 и ст. 25. На остальных станциях для данного показателя характерна сезонность.

В среднем по участку исследования олигохетный индекс весной составил 30%, летом и осенью – по 34%. Согласно РД.52.24.309-2016, олигохетный индекс, находящийся в пределах от 21 до 50% характеризует воды реки как слабозагрязненные и относит ко II классу качества.

Среднесезонные показатели численности макрозообентоса р. Днепр равны 3,8 тыс. экз./м², биомассы – 378,1 г/м².

Наиболее ценный для рыб в кормовом отношении макрозообентос – личинки насекомых и малошетинковые черви. Численность «кормового» макрозообентоса составляла в весенний пе-

риод 3,3 тыс. экз./м², в летний – 5,1 тыс. экз./м², в осенний – 1,7 тыс. экз./м²; биомасса весной достигала значения 8 г/м², летом – 10,3 г/м², осенью – 1,5 г/м². Среднесезонные показатели кормового зообентоса составили: численность – 3,4 тыс. экз./м², биомасса – 6,6 г/м².

ВЫВОДЫ

Ихтиофауна р. Днепр, в пределах исследованного участка, в 2019 г. не отличалась высоким видовым разнообразием. Возможно это связано с коротким периодом исследований и отсутствием при лове мелкоячейных орудий лова.

Полученные данные по развитию макрозообентоса указывают на доминирование в его составе личинок хирономид и олигохет по численности и двусторчатых моллюсков (р. *Unio*) по биомассе. В летний период высокие биомассы кормового макрозообентоса обусловлены присутствием в пробах личинок подёнок, численность которых изменялась по станциям от 0,6 до 6,6 тыс. экз./м², биомасса – от 0,4 до 48,7 г/м², составив в среднем, соответственно, 0,45 тыс. экз./м² и 5,11 г/м².

По уровню развития фито-, и зоопланктона р. Днепр в границах Смоленской области характеризуется как «малокормный» участок для рыб фитофагов и зоопланктофагов, а по уровню развития зообентоса как «высококормный» участок для прочих видов рыб [14]. Наличие в составе ихтиофауны хищных и всеядных видов рыб, а также бентофагов, вероятно, свидетельствует о влиянии состояния естественной кормовой базы на состав ихтиофауны на данном участке р. Днепр.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов:

Никитенко А.И. – идея и подготовка статьи; **Тюлин Д.Ю.** – анализ данных, подготовка статьи; **Горячев Д.В.** – идея статьи, отбор ихтиологических и гидробиологических проб; **Смирнов А.А.** – подготовка статьи, окончательная проверка текста; **Ускова С.С.** – анализ гидробиологических данных, подготовка статьи; **Христенко Г.И.** – обработка гидробиологических проб; **Еремкин С.С.** – отбор гидробиологических проб; **Жарикова В.Ю.** – подготовка статьи, окончательная проверка текста.

Contribution to the work of the authors:

Nikitenko A.I. – idea and preparation of the article; **Tyulin D. Yu.** – data analysis, preparation of the article; **Goryachev D.V.** – idea of the article, selection of ichthyological and hydrobiological samples; **Smirnov A.A.** – preparation of the article, final verification of the text; **Uskova S.S.** – analysis of hydrobiological data, preparation of the article; **Khrustenko G.I.** – processing of hydrobiological samples; **Eremkin S.S.** – selection of hydrobiological samples; **Zharikova V.Yu.** – preparation of the article, final verification of the text.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Зверькова Ю.С. Таксономический состав и пространственное распределение макрообентоса р. Днепр на территории Смоленской области // Известия Смоленского Государственного Университета. 2011. № 2 (14). С. 7-19.
2. Качалова О.Л. Характеристика качества природных вод по зообентосу // Разработка и внедрение на комплексных фоновых станциях методов биологического мониторинга. Т. 2 // под ред. Г.П. Андрушайтис. Рига: Зинатне. 1983. С. 57-61.
3. Яковлев В.А. Динамика сообществ пресноводного зообентоса и зоопланктона Субарктики в условиях различных антропогенных нагрузок // Материалы VII съезда гидробиологического общества РАН. Казань: Полиграф. 1996. Т. 1. С. 93-136.
4. Карапашова А.А. Интегральная оценка экологического состояния малых рек крупного промышленного центра по структурно-функциональным показателям макрообентоса (на примере Нижнего Новгорода) // Дис. ... канд. биол. наук. Н. Новгород. 2002. 145 с.
5. Никитенко А.И., Горячев Д.В., Костоусов В.Г., Прищепов Г.П., Ризевский В.К., Корабельникова О.В., Клец Н.Н. Современное состояние водных биоресурсов трансграничного участка р. Днепр в пределах Смоленской области Российской Федерации и Республики Беларусь // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2021. № 7 (186). С. 8-21. DOI 10.33920/sel09210701.
6. Романова Н.Н., Никитенко А.И., Здрок А.В., Кукин М.С., Корабельникова О.В. Оценка качества воды и эпизоотической ситуации на реке Днепр в современный период // Вопросы рыболовства. 2022. Т. 23. № 1. С. 16-31. DOI 10.36038/0234-2774-2022-23-1-16-31.
7. Гидробиологический режим Днепра в условиях зарегулированного стока. / под ред. Я.Я. Цееб. Киев: Наук. 1967. Думка. 387 с.
8. Зимбалевская Л.Н., Сухойван П.Г., Черногоренко М.И. Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. Киев. 1989. 245 с.
9. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхности вод и донных отложений. / под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеоиздат. 1983. 239 с.
10. Методика изучения биоценозов внутренних водоёмов. // под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука. 1975. 240 с.
11. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. // Л.: ГосНИОРХ. 1983. 33 с.
12. Жуков П.И. Рыбы Белоруссии. Минск: Наука и техника. 1965. 415 с.
13. Быков А.Д. Современное состояние ихтиофауны верхнего течения р. Днепр в границах Смоленской области // Вопросы рыболовства. 2017. Т. 18. № 1. С. 65-76.
14. Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе И.Ц., Максимова Л.П., Петров В.В., Саватеева Е.Б., Салазкин А.А. Краткая биологическая характеристика водоемов Северо-Запада СССР // Л.: Изв. ГосНИОРХ. 1968. Т. 67. С. 205-228.

REFERENCES AND SOURCES

1. Zverkova Yu.S. (2011). Taxonomic composition and spatial distribution of macrozoobenthos R. Dnipro on the territory of the Smolensk region // Proceedings of the Smolensk State University. No. 2 (14). Pp. 7-19. (In Russ.).
2. Kachalova O.L. (1983). Characteristics of the quality of natural waters according to zoobenthos // Development and implementation of biological monitoring methods at complex background stations. Vol. 2 // edited by G.P. Andrushaitis. Riga: Zinatne. Pp. 57-61. (In Russ.).
3. Yakovlev V.A. (1996). Dynamics of communities of freshwater zoobenthos and zooplankton of the Subarctic under conditions of various anthropogenic loads // Materials of the VII Congress of the Hydrobiological Society of the Russian Academy of Sciences. Kazan: Polygraph. Vol. 1. Pp. 93-136. (In Russ.).
4. Karandashova A.A. (2002). Integral assessment of the ecological state of small rivers of a large industrial center by structural and functional indicators of macrozoobenthos (on the example of Nizhny Novgorod) // Dis. ... cand. biol. nauk. N. Novgorod. 145 p. (In Russ.).
5. Nikitenko A.I., Goryachev D.V., Kostousov V.G., Prishchepov G.P., Rizevsky V.K., Korabelnikova O.V., Klets N.N. (2021). The current state of aquatic bioresources of the transboundary section of the Dnieper River within the Smolensk region of the Russian Federation and the Republic of Belarus // Fish farming and fisheries. No. 7 (186). Pp. 8-21. DOI 10.33920/sel09210701. (In Russ.).
6. Romanova N.N., Nikitenko A.I., Zdrok A.V., Kukin M.S., Korabelnikova O.V. (2022). Assessment of water quality and epizootic situation on the Dnieper River in the modern period // Questions of fisheries. Vol. 23. No. 1. pp. 16-31. DOI 10.36038/0234-2774-2022-23-1-16-31.
7. Hydrobiological regime of the Dnieper in conditions of regulated flow. / edited by Ya.Ya. Zeeb. Kiev: Nauk. 1967. Dumka. 387 p. (In Russ.).
8. Zimbalevskaya L.N., Sukhoivan P.G., Chernogorenko M.I. (1989). Invertebrates and fishes of the Dnieper and its reservoirs. Kiev. 245 p. (In Russ.).
9. Guidelines on methods of hydrobiological analysis of surface waters and bottom sediments. / edited by V.A. Abakumov. L.: Hydrometeoizdat. 1983. 239 p. (In Russ.).
10. Methodology of studying biocenoses of inland reservoirs. // edited by F.D. Mordukhai-Boltovskiy. M.: Nauka. 1975. 240 p. (In Russ.).
11. Methodological recommendations for the collection and processing of materials during hydrobiological studies in freshwater reservoirs. Zooplankton and its products. // L.: GosNIORH. 1983. 33 p. (In Russ.).
12. Zhukov P.I. (1965). Fishes of Belarus. Minsk: Science and Technology. 415 p.
13. Bykov A.D. (2017). The current state of the ichthyofauna of the upper reaches of the Dnieper River within the borders of the Smolensk region // Questions of fisheries. Vol. 18. No. 1. Pp. 65-76. (In Russ.).
14. Pidgaiiko M.L., Alexandrov B.M., Ioffe I.Ts., Maksimova L.P., Petrov V.V., Savateeva E.B., Salazkin A.A. (1968). Brief biological and production characteristics of reservoirs of the North-West of the USSR // L.: Izv. GosNIORH. Vol. 67. Pp. 205-228. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 12.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 20.10.2023

Оптимизация подходов при разработке микробиологических кормов для аквакультуры

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-122-126 EDN kilobx

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

Панчишина Екатерина Мироновна – Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология продуктов питания», @panchishina.em@dgtru.ru, Владивосток, Россия

Политаева Анастасия Андреевна – ассистент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура», руководитель Научно-производственного департамента маркетинга, @ordinary.n.p@gmail.com, Владивосток, Россия

Корниенко Надежда Леонидовна – Кандидат технических наук, старший научный сотрудник научного управления, @kornienkonl@mail.ru, Владивосток, Россия –
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет («Дальрыбвтуз»)

Адрес: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет («Дальрыбвтуз») – 690087, Владивосток, ул. Луговая, д. 52 Б

Аннотация.

В работе приведены результаты подбора методов установления скорости роста, времени генерации и удвоения биомассы дрожжевых клеток *Rhodotorula spp.*, входящих в состав кормовых препаратов пробиотической направленности для объектов аквакультуры. Выявленный нетипичный период лаг-фазы наблюдался на обеих исследуемых питательных средах (Лундин, YEPD), где вместо прироста биомассы культуры происходило отмирание части внесенных клеток. Полученные результаты дают основание для дальнейшего изучения и поиска новых высокопродуктивных штаммов *Rhodotorula spp.*, подбора технологических режимов получения кормовых препаратов на их основе, модификации и оптимизации состава культуральной среды для повышения роста биомассы дрожжей.

Ключевые слова:

микробиологические корма, аквакультура, оптимизация, *Rhodotorula spp.*, культивирование, пробиотики, скорость роста, биомасса

Для цитирования:

Матросова И.В., Панчишина Е.М., Политаева А.А., Корниенко Н.Л. Оптимизация подходов при разработке микробиологических кормов для аквакультуры // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 122-126. 10.37663/0131-6184-2023-6-122-126 EDN kilobx

OPTIMIZATION OF APPROACHES IN THE DEVELOPMENT OF MICROBIOLOGICAL FEED FOR MARICULTURE

Inga V.Matrosova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,

Head of the Department "Aquatic Bioresources and Aquaculture", @ matrosova.iv@dgtr.ru, Vladivostok, Russia

Ekaterina M. Panchishina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology,
@ panchishina.em@dgtr.ru, Vladivostok, Russia

Anastasia A. Politaeva – Assistant the Department "Aquatic Bioresources and Aquaculture",

Head of the Scientific and Production Department of Mariculture, @ ordinary.n.p@gmail.com, Vladivostok, Russia

Nadezhda L. Kornienko – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of the Scientific Department,
@ kornienkonl@mail.ru, Vladivostok, Russia –

Far Eastern State Technical Fisheries University ("Dalrybvtuz")

Address: Far Eastern State Technical Fisheries University ("Dalrybvtuz") – 52 B Lugovaya str., Vladivostok, 690087

Annotation. The paper presents the results of selecting methods for establishing the growth rate, generation time and doubling of the biomass of yeast cells *Rhodotorula spp.*, which are part of probiotic feed preparations for aquaculture objects. The identified atypical period of the lag phase was observed on both studied nutrient media (Lundin, YEPD), where instead of an increase in the biomass of the culture, some of the introduced cells died. The results obtained provide the basis for further study and search for new highly productive strains of *Rhodotorula spp.*, selection of technological regimes for obtaining feed preparations based on them, modification and optimization of the composition of the culture medium to increase the growth of yeast biomass.the development of feed production.

Keywords:

microbiological feed, aquaculture, optimization, *Rhodotorula spp.*, cultivation, probiotics, growth rate, biomass

For citation:

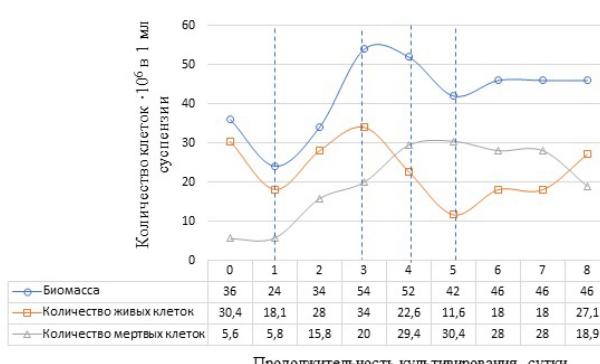
Matrosova I.V., Panchishina E.M., Politaeva A.A., Kornienko N.L. Optimization of approaches in the development of microbiological feed for aquaculture // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 122-126. 10.37663/0131-6184-2023-6-122-126 EDN kilobx

Основной проблемой при воспроизведстве объектов аквакультуры является ослабление иммунитета гидробионтов и подверженность множеству заболеваний, вызываемых патогенами [1]. В настоящее время, для корректировки механизмов иммунной защиты и уменьшения влияния неблагоприятных факторов среды, активно используются пробиотически-активные микроорганизмы [2]. Пробиотическая активность может быть опосредована множеством факторов – дозировкой, продолжительностью и маршрутом лечения. Некоторые пробиотики оказывают положительное воздействие, вырабатывая антибак-

териальные молекулы, ингибирующие другие микроорганизмы или вирусы, тогда как другие ингибируют бактериальные движения через стенку кишечника (транслокация), усиливают барьерную функцию слизистой за счет увеличения продукции молекулы врожденного иммунитета или модулируют воспалительную/иммунную реакцию [2]. В литературных источниках описаны результаты научных исследований по использованию пробиотиков разной природы при искусственном воспроизводстве гидробионтов в разных странах [1]. Причем, описаны как преимущества, так и недостатки использования бактерий и дрожжей в зависимости от химического состава микробных клеток [1]. Согласно результатам исследований, *Rhodotorula benthica* D30 можно рассматривать, как потенциальный пробиотик, способный оказывать положительное влияние на показатели роста, активности пищеварительных ферментов и иммунитет молоди трепанга [3].

Однако использование пробиотиков в аквакультуре остается на стадии развития. В литературе все еще представлены неполные сведения о биохимическом составе, свойствах и роли симбионтной микрофлоры культивируемых гидробионтов, участвующей в борьбе с патогенными микроорганизмами [1]. Немаловажен и тот факт, что остановка импорта кормов поставила аквакультурные предприятия в сложное положение.

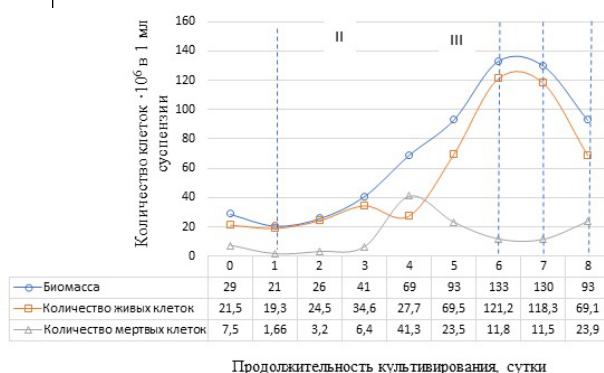
Авторами настоящего сообщения ранее были проведены исследования и получены положительные результаты о возможности использования красных дрожжей для кормления



Обозначение фаз роста: I – лаг-фаза;
II – экспоненциальная; III – стационарная;
IV – фаза отмирания; V – фаза выживания

Рисунок 1. Кривая роста дрожжей *Rhodotorula spp.* на среде Lundin

Figure 1. Growth curve of the yeast *Rhodotorula spp.* on Lundin



Обозначение фаз роста: I – лаг-фаза;
II – замедление роста; III – экспоненциальная;
IV – стационарная; V – фаза отмирания

Рисунок 2. Кривая роста дрожжей *Rhodotorula spp.* на среде YEPD

Figure 2. Growth curve of the yeast *Rhodotorula spp.* on YEPD



иглокожих на личиночных стадиях [4-7], была научно обоснована биотехнология получения кормового препарата пробиотической направленности на основе дрожжей *Rhodotorula benthica*, разработана лабораторная методика способы определения антагонистической активности дрожжей *Rhodotorula spp.* Ранее полученные результаты требуют дальнейшего изучения и поиска новых высокопродуктивных штаммов *Rhodotorula spp.* с последующим депонированием, подбором технологических режимов получения кормового препарата на основе, выделенных из новых источников, высокопродуктивных штаммов, модификации и оптимизации состава культуральной среды для повышения роста биомассы дрожжей.

Цель настоящей работы – подбор методов установления скорости роста, времени генерации и удвоения биомассы дрожжевых клеток *Rhodotorula spp.*

Изучение процессов роста дрожжевой культуры *Rhodotorula spp.*, с целью выявления их физиологических особенностей и установления параметров роста, проводили нефелометрическим мето-

дом [8]. Величина светорассеяния (D, оптическая плотность) измерялась фотоэлектроколориметром (ФЭК) КФК-2-УХЛ4.2. Длина волны – 540 Нм, толщина кювет – 3,070 мм. Одновременно производили подсчет количества клеток в единице объема прямым подсчетом с помощью счетной камеры Горяева. Полученную зависимость выражали графически, откладывая на вертикальной оси количество клеток, содержащихся в 1 см³ культуральной среды, а на горизонтальной – показания ФЭК. Для культивирования дрожжей применяли питательные среды Лундина и YEPD [6].

При культивировании дрожжей *Rhodotorula spp.* периодическим методом (закрытая система) при 25°C установлено, что популяция микроорганизмов проходит определенные циклы развития, выражющиеся в изменении фаз или периодов. Последовательность смены фаз выражена графически в виде кривых (рис. 1, 2). Полученные кривые разделили на периоды, в зависимости от того, как микроорганизмы вели себя в каждом конкретном случае.

Описание роста микроорганизмов в решавшей степени зависит от кинетической модели, используемой для передачи информации, связанной с ростом. На основе изученной литературы установлено, что модель роста для исследуемой дрожжевой культуры *Rhodotorula spp.*, в условиях нашего эксперимента, можно рассматривать как сложную структурированную модель, которая описывает рост клеток, как совокупный результат метаболических реакций [9].

Временное замедление роста дрожжевых клеток (3 суток) в сложной среде YEPD, вероятно, связано с необходимостью к адаптации микроорганизмов к новой питательной среде без значительной репликации клеток и признаков их роста. При этом стоит отметить, что в исследуемый период на 3 сутки отмечено появление первых признаков каротиногенеза, определяемых визуально образованием пристеночного кольца характерного розового цвета на поверхности питательной среды YEPD.

Наблюдение за клетками, находящимися в экспоненциальной фазе (2 суток) показывает, что процесс роста в этом случае протекает сбалансированно, то есть увеличение биомассы сопровождается увеличением количества живых клеток.

Рост дрожжей прекращался на среде Лундина на 3 сутки, когда в 1 мл накопилось $5,4 \cdot 10^7$ клеток, в то время как на среде YEPD на 6 сутки в 1 мл накопилось $1,3 \cdot 10^7$ клеток. Путем анализа литературы установлено, что к этому моменту в исследуемых средах исчерпываются источники азота и углерода. Вместе с тем, можно полагать, что к этому времени в культуральной среде накопились продукты обмена, также выступающие в роли фактора, ограничивающего рост.

Как уже отмечалось, культуры, достигшие стационарной фазы роста, накапливают максимальную величину биомассы. Так, например, на среде Лундина разницу (38%) между био-

массой и числом живых клеток, вероятно, можно объяснить увеличением количества мертвых клеток. В то время как на среде YEPD отмечена незначительная разница (10%) между количеством биомассы и живых клеток, однако стоит предположить, с учетом собственных наблюдений, что это связано не с увеличением количества мертвых клеток, а с накоплением продуктов каротиногенеза исследуемой культуры дрожжей.

В фазе гибели или отмирания кривая роста падает вниз, так как число живых клеток в культуре уменьшается. Известно, что при периодическом культивировании, фаза гибели наступает потому, что происходит накапливание различных продуктов обмена, при этом запас компонентов питательной среды исчерпывается.

Используя первичное переменное состояние (биомасса), которое измеряется непосредственно в культуре клеток, произвели пересчет во вторичные характеристики роста называемыми параметрами (абсолютная и удельная скорости роста). Полученные расчетные значения параметров отображены графически, в зависимости от продолжительности культивирования (рис. 3, 4).

Параметр μ_{\max} имеет очень важное биологическое значение, это верхний предел изменения скорости в определенной питательной среде. Из данных графика видно, что μ_{\max} на среде YEPD составляет 0,76 сут⁻¹, в то время как на среде Лундина данный параметр составляет 0,72 сут⁻¹.

Как известно, существует зависимость между удельной скоростью роста и концентрацией субстрата, лимитирующего рост, что дает основание для продолжения работы в данном направлении. Проведенные нами исследования позволяют сделать следующее заключение. Модель роста для исследуемой дрожжевой культуры *Rhodotorula spp.* в условиях эксперимента можно рассматривать как сложную структурированную модель, которая описывает рост клеток как совокупный результат метаболических реакций. Нетипичный период лагфазы наблюдается на обеих исследуемых питательных средах (Лундин, YEPD), где вместо прироста биомассы культуры происходит отмирание части внесенных клеток. Скорость прироста биомассы на среде YEPD достигает максимального значения на 6 сутки, а на среде Лундина – на 1 сутки.

В настоящее время, развитие аквакультуры, традиционной и органической, лимитируется отсутствием кормов [10; 11], разработка и производство которых сдерживается ограниченностью, высокой стоимостью и низкой экологичностью используемого сырья. Интеграция инновационных подходов к производству кормов, основанных на технологиях устойчивого ресурсоэффективного производства – возможные пути решения, способствующие развитию аквакультуры.

Работа выполнена при финансовой поддержке НИР № 822/2023 «Научное обоснование по-

*лучения кормовых препаратов пробиотической направленности на основе биомассы дрожжей *Rhodotorula spp.*, предназначенных для выращивания объектов аквакультуры».*

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: Матросова И.В. – идея, подготовка и окончательная проверка статьи; Панчишина Е.М. – сбор и обработка первичных материалов, анализ данных, подготовка статьи; Политаева А.А. – подготовка обзора литературы, подготовка статьи; Корниенко Н.Л. – сбор и обработка первичных материалов, анализ данных, подготовка статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors:

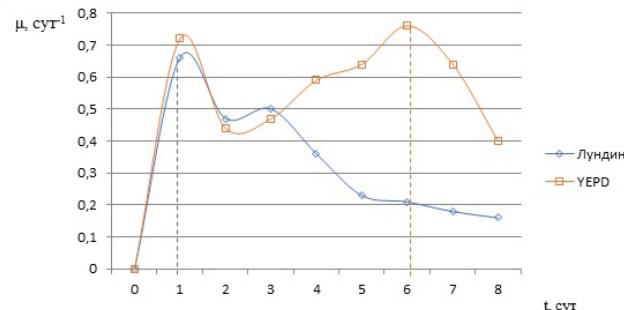
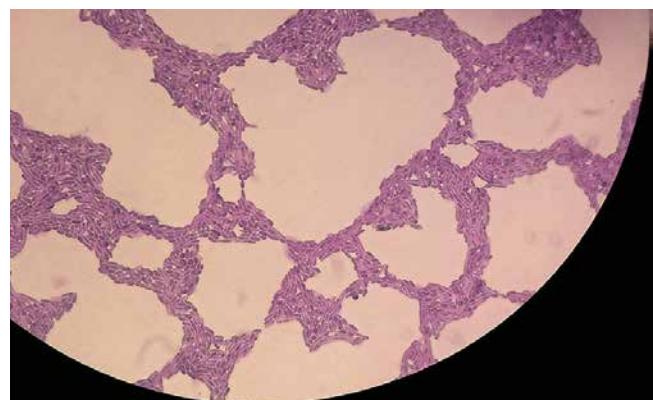


Рисунок 4. Динамика удельной скорости (μ) роста дрожжей на средах Лундина и YEPD

Figure 4. Dynamics of specific rate (μ) of yeast growth on Lundin and YEPD

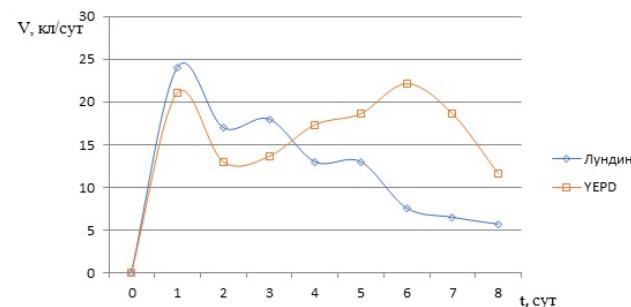


Рисунок 3. Динамика абсолютной скорости роста дрожжей на средах Лундина и YEPD

Figure 3. Dynamics of the absolute growth rate of yeast on Lundin and YEPD



Matrosova I.V. – idea, preparation and final verification of the article; **Panchishina E.M.** – collection and processing of primary materials, data analysis, preparation of the article; **Politaeva A.A.** – preparation of literature review, preparation of the article; **Kornienko N.L.** – collection and processing of primary materials, data analysis, preparation articles. All the authors participated in the discussion of the results.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Богатыренко Е.А. Пробиотики и их применение в марикультуре // Известия ТИНРО. 2007. Т. 157. С. 189-196.
- Lone Gram, J. Melchiorse, Bettina Spanggaard, I. Huber, T.F. Nielsen. Inhibition of *Vibrio anguillarum* by *Pseudomonas fluorescens* AH2, a possible probiotic treatment of fish // Applied and Environmental Microbiology. 1999. Vol. 65. P. 969-973.
- Ji-hui Wang, Liu-qun Zhao, Jin-feng Liu, Han Wang, Shan Xiao. Effect of potential probiotic *Rhodotorula benthica* D30 on the growth performance, digestive enzyme activity and immunity in juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* // Fish Shellfish Immunol. 2015. Vol. 43, № 2. P. 330-336. DOI 10.1016/j.fsi.2014.12.028.
- Политаева А.А. Применение красных дрожжей *R. benthica* при культивировании личинок дальневосточного трепанга // Комплексные исследования в рыбоводственной отрасли: материалы V Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток. 2020. С. 33-35.
- Matrosova I.V., Panchishina E.M., Politaeva A.A., Kornienko N.L. Use the *Rhodotorula benthica* yeast to feeding of echinoderms // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18-20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd. № 677. 2021. P. 42029. DOI 10.1088/1755-1315/677/4/042029.
- Панчшина Е.М., Корниенко Н.Л., Матросова И.В. Разработка оптимального состава питательной среды для культивиро-
- вания дрожжей при выращивании беспозвоночных // Рыбное хозяйство. 2022. № 2. С. 76-80. DOI 10.37663/0131-6184-2022-2-76-80. (In Russ., abstract in Eng.).
- Matrosova I.V., Panchishina E.M., Politaeva A.A., Kornienko N.L. Probiotic feed preparations for aquaculture facilities to ensure sustainable development and preservation of species biodiversity // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. № 981. 2022. P. 022003 DOI 10.1088/1755-1315/981/2/022003.
- Ждан-Пушкина С.М., Сарья Махмуд-кызы. Основы роста культур микроорганизмов: Ленинград: Изд-во ЛГУ. 1983. 187 с.
- Moo-Young M., Butler M., Webb C., Moreira A., Grodzinski B., Cui Z., Agathos S. Comprehensive Biotechnology // Elsevier. 2011. 5320 p.
- Лагуткина Л.Ю. Пономарёв С.В. Органическая аквакультура как перспективное направление развития рыбоводственной отрасли (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 2. С. 326-336. DOI 10.15389/agrobiology.2018.2.326rus.
- Edwards P. Aquaculture environment interactions: past, present and likely future trends // Aquaculture. 2015. Vol. 447. P. 2-14.

REFERENCES AND SOURCES

- Bogatyrenko E.A. (2007). Probiotics and their use in mariculture // Izvestiya TINRO. Vol. 157. Pp. 189-196. (In Russ.).
- Lone Graham, J. Melchiorse, Bettina Spanggaard, I. Huber, T.F. Nielsen. (1999). Inhibition of *Vibrio anguillarum* by *Pseudomonas fluorescens* AH2 - a possible way to treat fish with probiotics // Applied Microbiology and ecological Microbiology. Volume 65. Pp. 969-973. (In Russ.).
- Ji-hui Wang, Liu-qun Zhao, Jin-feng Liu, Han Wang, Shan Xiao. 2015. The effect of the potential probiotic *Rhodotorula benthica* D30 on growth indicators, activity of digestive enzymes and immunity of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* // Immunol of fish and shellfish. Volume 43, No. 2. Pp. 330-336. doi: 10.1016/j.fsi.2014.12.028.
- Politaeva A.A. (2020). The use of red yeast *R. benthica* in the cultivation of larvae of the Far Eastern sea cucumber // Complex research in the fisheries industry: materials in the scientific and technical International Conference of students, postgraduates and young scientists. Vladivostok. Pp. 33-35. (In Russ.).
- Matrosova I.V., Panchishina E.M., Politaeva A.A., Kornienko N.L. (2021). Use *Rhodotorula benthica* yeast for feeding echinoderms // IOP Conference Series: Earth and Environment Science, Krasnoyarsk, November 18-20, 2020 / Krasnoyarsk Scientific and Technical City Hall. Krasnoyarsk: VGD Publishing House LLC. No. 677. p. 42029. DOI 10.1088/1755-1315/677/4/042029.
- Panchishina E.M., Kornienko N.L., Matrosova I.V. (2022). Development of the optimal composition of the nutrient medium for cultivating yeast in the cultivation of invertebrates // Fisheries. No. 2. Pp. 76-80. DOI 10.37663/0131-6184-2022-2-76-80. (In Russ., abstract in Eng.).
- Matrosova I.V., Panchishina E.M., Politaeva A.A., Kornienko N.L. (2022). Probiotic feed preparations for aquaculture facilities to ensure sustainable development and conservation of biological diversity of species // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. № 981. P. 022003. DOI 10.1088/1755-1315/981/2/022003.
- Zhdan-Pushkina S. M., Sarya Mahmud-kyzy. (1983). Fundamentals of microbial culture growth: Leningrad: LSU Publishing House. 187 p. (In Russ.).
- Mu-Yang M., Butler M., Webb S., Moreira A., Grodzinski B., Tsui Z., Agatos S. (2011). Complex biotechnology // Elsevier. 5320 p.
- Lagutkina L.Yu. Ponomarev S.V. (2018). Organic aquaculture as a promising direction for the development of the fisheries industry (review) // Agricultural biology. vol. 53, No. 2. Pp. 326-336. DOI 10.15389/agrobiology.2018.2.326rus. (In Russ.).
- Edwards P. (2015). Interaction of aquaculture with the environment: past, present and probable future trends // Aquaculture. Volume 447. Pp. 2-14.

Материал поступил в редакцию / Received 16.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 25.10.2023



Повышение биопотенциала молоди муксуна *Coregonus mukson* сверхслабыми импульсными магнитными полями в условиях рыбоводного хозяйства

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-127-134 EDN xwlmhs

Селикова Светлана Александровна – аспирант ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (ТюмГУ),
@ seliukovasvet@yandex.ru, Тюмень, Россия;

Пищенко Елена Витальевна – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биологии,
биоресурсов и аквакультуры, Новосибирский государственный аграрный университет (НГАУ),
@ epishenko@ngs.ru, Новосибирск, Россия;

Ефремова Екатерина Владимировна – Кандидат биологических наук, заведующая лабораторией, ООО НПО
«Собский рыбоводный завод», @ katerinaef@yandex.ru, Ямало-Ненецкий автономный округ, пос. Харп, Россия;

Мирзабаев Дмитрий Алексеевич – лаборант-исследователь, ФГАОУ ВО «Тюменский государственный
университет» (ТюмГУ), @ dmitriy08m@gmail.com, Тюмень, Россия;

Селиков Александр Германович – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры зоологии
и эволюционной экологии животных, ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (ТюмГУ),
@ ags-bios@yandex.ru, Тюмень, Россия

Адреса:

1. ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» – 625003, г. Тюмень ул. Володарского, 6

2. ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет» –
630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

3. ООО НПО «Собский рыбоводный завод» – Ямало-Ненецкий автономный округ,
Приуральский район, пос. Харп, ул. Набережная реки Собь

4. «Лаборатория AquaBioSafe» ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» –
625003, г. Тюмень, ул. Ленина, 25

Аннотация.

Приведены результаты, поставленного на Собском рыбоводном заводе (пос. Харп, ЯНАО), производственного эксперимента с молодью муксуна *Coregonus*. Целью эксперимента, как важного элемента в компенсационном мероприятии по воспроизводству ценных видов рыб, являлось повышение биопотенциала молоди для ее выпуска в Обь. В течение нескольких суток до выпущения эмбрионы были обработаны сверхслабыми импульсными магнитными полями в определенном частотном диапазоне. В постэмбриональный период контрольная и подопытная молодь муксуна была исследована с применением морфометрических и цитолого-гистологических методов. Установлено, что подопытная молодь, в течение всего периода подрашивания, превышала контрольную по большинству параметров, и перед выпуском в Обь на нагул масса подопытных мальков муксуна значительно превышала массу контрольной молоди. При оценке характера и степени связи морфометрических параметров с использованием кластерного анализа показано, что ко времени завершения эксперимента более высокая корреляция между признаками отмечалась у подопытной молоди, что является дополнительным подтверждением ее повышенной сбалансированности в процессе развития. Уровень формирования половых желез репродуктивной системы у подопытных особей также превышал развитие гонад контрольных – по размерам и темпу половой дифференциации, числу и цитометрическим показателям половых клеток. Полученные данные позволяют считать целесообразным применять данный подход в практике компенсационного рыбоводства.

Ключевые слова:

муксун, постэмбриональное развитие, аквакультура, морфометрия, гистология, репродуктивная система, сверхслабые импульсные магнитные поля (ССИМП)

Для цитирования:

Селюкова С.А., Пищенко Е.В., Ефремова Е.В., Мирзабаев Д.А., Селюков А.Г. Повышение биопотенциала молоди муксuna *Coregonus muksun* сверхслабыми импульсными магнитными полями в условиях рыбоводного хозяйства // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С.127-134 DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-127-134 EDN xwlmhs

INCREASING THE BIOPOTENTIAL OF JUVENILE MUKSUN *COREGONUS MUKSUN* BY ULTRA-WEAK PULSED MAGNETIC FIELDS IN FISH FARMING CONDITIONS

Svetlana A. Selyukova – postgraduate student of the Tyumen State University (TSU), @ seliukovasvet@yandex.ru, Tyumen, Russia;
Elena V. Pishchenko – Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Biology, Bioresources and Aquaculture, Novosibirsk State Agrarian University (NGAU), @ epishenko@ngs.ru, Novosibirsk, Russia;
Ekaterina V. Efremova – Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory, NPO Sobsky Fish Hatchery LLC, @ katerinaef@yandex.ru, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, village Harp, Russia;
Dmitry A. Mirzabaev – master's student of the Tyumen State University (TSU), @ dmitriy08m@gmail.com, Tyumen, Russia;
Alexander G. Selyukov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Zoology and Evolutionary Ecology of Animals, Tyumen State University (TSU), @ ags-bios@yandex.ru, Tyumen, Russia

Addresses:

1. Tyumen State University – 6 Volodarsky str., Tyumen, 625003
2. Novosibirsk State Agrarian University – 630039, Novosibirsk, Dobrolyubova str., 160
3. NPO Sobsky Fish Hatchery LLC – Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Priuralsky district, village. Harp, Embankment of the river Sob
4. "AquaBioSafe Laboratory" Tyumen State University 625003, Tyumen, Lenin str., 25

Annotation. The results of a production experiment with juvenile muksun carried out at the Sob fish hatchery (Kharp village, Yamal-Nenets Autonomous Okrug) are presented. The purpose of the experiment, as an important element in the compensatory measure for the reproduction of valuable fish species, was to increase the biopotential of juveniles for their release into the Ob. For several days before hatching, the embryos were treated with ultra-weak pulsed magnetic fields in a specific frequency range. In the postembryonic period, control and experimental muksun juveniles were studied using morphometric and cytological-histological methods. It was established that the experimental juveniles during the entire growing period exceeded the control ones in most parameters, and before release into the Ob River for feeding, the weight of the experimental muksun fry significantly exceeded the weight of the control juveniles. When assessing the nature and degree of connection between morphometric parameters using cluster analysis, it was shown that by the time the experiment was completed, a higher correlation between traits was observed in the experimental juveniles, which is additional confirmation of its increased balance in the development process. The level of formation of the gonads of the reproductive system in the experimental individuals also exceeded the development of the gonads of the control ones - in terms of size and rate of sexual differentiation, number and cytometric indicators of germ cells. The data obtained allow us to consider it advisable to apply this approach in the practice of compensatory fish farming.

Keywords:

муксун, постэмбрионное развитие, аквакультура, морфометрия, гистология, репродуктивная система, ultra-weak pulsed magnetic fields (USMPF)

For citation:

Selyukova S.A., Pishchenko E.V., Efremova E.V., Mirzabaev D.A., Selyukov A.G. Increasing the biopotential of juvenile muksun *Coregonus muksun* by ultra-weak pulsed magnetic fields in fish farming conditions // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 127-134 DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-127-134 EDN xwlmhs

В современных условиях экстремального антропогенного воздействия на северные гидроэкосистемы у высокочувствительных к загрязнениям сиговых рыб подавляются естественные механизмы аутореабилитации, что обусловлено аккумуляцией токсикантов [3; 4; 8; 10-12]. Возрастающая хромосомная мутабильность этих видов в Обь-Иртышском бассейне [7] ведет к накапливанию цитоморфологических аномалий, сопровождающихся в постэмбриональный период уродствами и гибелю молоди. Все эти явления, в конечном итоге, ведут к деградации генофондов и сокращению видовой численности.

Одним из наиболее ценных представителей сиговых рыб северных водоемов является муксун, численность которого в Обском бассейне в последние

30-40 лет многократно снизилась. Факторами риска в современных экстремальных условиях, ведущих к сокращению популяции обского муксuna, отчасти являются природные факторы: позднее половое созревание и пропуск очередного нереста – 2-х и 3-х летние половые циклы [1; 2; 10; 12], но в определяющей степени – антропогенные. Наиболее критический из них – браконьерство [6], также важную роль в снижении запасов вызывают загрязнения вод, перегораживание русел рек трубопроводами и, соответственно, изменение путей миграций и т.д.

Принимаются меры по сокращению антропогенного давления на природные популяции обского муксuna: запрет Минсельхоза (2015 г.) на его вылов в ЯНАО, ХМАО и Томской области, работы рыбоводных заводов в ЯНАО (Собский р/з), ХМАО (Югор-

ский р/з) и ряда более мелких организаций, принимающих участие в реализации компенсационных мероприятий. Этот тип рыбоводного хозяйства является вынужденной мерой, которая направлена на восстановление численности и поддержание в природных условиях, на приемлемом уровне, ценных объектов ихтиофауны – осетровых, лососевых, сиговых и др. Однако в отношении ценных видов сиговых рыб (нельма, муксун) такие меры пока не привели к ощутимому результату: достоверно установленному повышению промвозврата. Для повышения эффективности проводимых работ по увеличению численности муксuna необходимо изыскивать новые технологические методы.

В качестве одного из них может быть предложен подход, ранее апробированный на чире в условиях УЗВ Собского рыбозавода [14; 15]. Было отмечено благотворное влияние применения сверхслабых импульсных магнитных полей (ССИМП) на рост особей и развитие репродуктивной системы этого вида для компенсационного рыбоводства.

Цель настоящего исследования состояла в морфометрической и цито-гистологической оценке влияния генерируемых техническим устройством сверхслабых импульсных магнитных полей на

морфологические и репродуктивные характеристики молоди муксuna, подращиваемой в условиях УЗВ Собского рыбоводного завода.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В апреле-августе 2021 г. на базе Собского рыбоводного завода был поставлен производственный эксперимент с зародышами и молодью муксuna собственного маточного стада. С использованием аппаратного комплекса «Т-102П», генерирующего сверхслабые импульсные магнитные поля, в аппаратах Вейса была проведена обработка¹ партии (8,1 млн экз.) эмбрионов муксuna на 26 стадии (вылупление).

После вылупления предличинки были высажены в бассейны. Необработанные предличинки муксuna (контроль) были помещены в аналогичные ёмкости. В течение 28 суток молодь кормили метанаулиусами артемии с постепенным снижением их доли в рационе и одновременным повышением доли гранулированных кормов фирмы «Скраптинг» (Gemma Wean и Nutra HP), которые начали вводить в рацион на 3 сутки постэмбриогенеза. Питательность используемого корма и размер гранул подбирали в соответствии со средней массой растущих рыб (табл. 1). Кратность кормления составляла от 12 до 20 раз в сутки с постепенным увеличением кратности и количества сухого корма.

Температура воды в бассейнах с подращивающей молодью на протяжении всего эксперимента варьировала в пределах 13...17°C (рис. 1), гидрохимический режим приведен в таблице (табл. 2).

Для морфометрического анализа молодь контрольной и опытной партий в возрасте 25, 45, 58 и 83 суток фиксировали в 4% формалине. В возрасте 85 сут. подращенная молодь муксuna была выпущена в Обь. Морфометрию мальков (25 сут.) характеризовали по следующим признакам: L1 – длина тела до конца хорды; AA – антеанальное расстояние; Н – наибольшая высота тела; lc – длина головы; hc – высота головы; do – диаметр глаза.

У молоди в возрасте 44 сут и старше к этим параметрам добавляли промеры наименьшей высоты тела (h) и взвешивание (P). Для промеров использовали бинокуляр МБС-10, взвешивали молодь на электронных весах AJ320 (0,001 г).

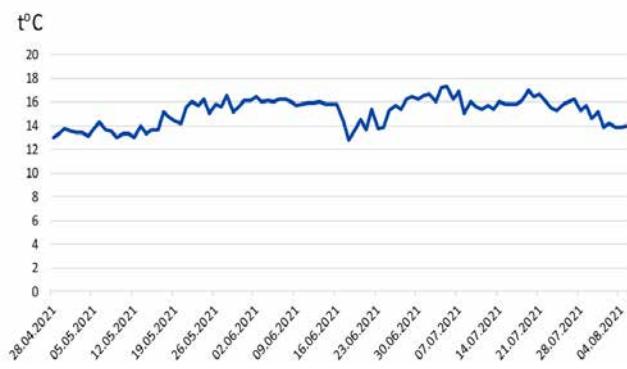


Рисунок 1. Динамика температур в бассейнах Собского рыбозавода (2021 г.)

Figure 1. Temperature dynamics in the basins of the Sobsky Fish Hatchery (2021)

Таблица 1. Размер гранул и питательная ценность используемых кормов / **Table 1.** Granule size and nutritional value of the feed used

Дата	Размер гранул, мм	Питательная ценность		
		Протеин, %	Жир, %	Перевариваемая энергия, МДж/кг
28.04-30.04	артемия (науплии)			
01.05.-24.05	смесь 0,1 – 0,2	62	14	20,0
25.05-08.06	смесь 0,2 – 0,3	57-62	14-17	20,0
09.06-16.06	0,3	57	17	20,0
17.06-07.07	смесь 0,3 – 0,5	55-57	17-18	20,0-20,2
08.07-21.07	смесь 0,5 – 0,7	55	18	20,2
22.07-05.08	смесь 0,7 – 1,0	55	18	20,2

¹ Обработку эмбрионов чира проводили В.П. Елькин, А.Н. Самсонов и А.Г. Селюков под общим руководством А.И. Солодилова (ООО «Телос-Сибирь») с применением технической системы, разработанной для медико-биологических работ [16]; частотный диапазон находился в пределах 0,1-10 МГц, напряженность магнитного поля не превышала 0,025 нТл.

Таблица 2. Гидрохимические показатели в бассейнах с подращиваемой молодью муксун (2020) / **Table 2.** Hydrochemical indicators in basins with reared muksun juveniles (2020)

Дата	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	Минерализация, мг/л	pH
28.04-11.05	0,07±0,01	0,003±0,0005	0,43±0,03	144±16,4	7,66±0,02
12.05-25.05	0,14±0,01	0,005±0,0006	1,5±0,23	359±16,5	7,21±0,06
26.05-08.06	0,13±0,01	0,01±0,0007	2,44±0,25	640±15,7	7,28±0,02
09.06-22.06	0,15±0,02	0,006±0,0008	1,33±0,07	465±40,01	7,23±0,03
23.06-06.07	0,13±0,01	0,005±0,001	1,5±0,108	333±16,7	7,29±0,03
07.07-20.07	0,22±0,01	0,012±0,002	1,73±0,19	252±8,81	7,22±0,02
21.07-05.08	0,28±0,01	0,038±0,003	1,72±0,22	252±25,25	7,08±0,02

Морфометрия была выполнена на 81 экз. контрольной и 87 – экспериментальной партий муксунов. Дистанцию расстояний между признаками у молоди контрольной и опытной партий оценивали с помощью кластерного анализа с использованием двухсвязного парно-группового метода в метрике «1 – Пирсон r» пакета STATISTICA (StatSoft, Inc. V12).

Для гистологического анализа контрольная и подопытная молодь в 25, 45, 57(опыт), 59 (контроль) и 83 сут. были зафиксированы в смеси Бродского. Изготовление гистологических препаратов осуществляли с использованием стандартных гистологических методик [5]. Отпрепарированные внутренние органы молоди, проведенные через спирты возрастающей концентрации, хлороформ и хлороформ-парафин, заливали в парафин на станции EC 350-2 («Microm»). Парафиновые срезы внутренних органов с гонадами толщиной 5 мкм во фронтальной проекции изготавливали на ротационном микротоме HM 355S («Microm»). Препараты окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну с докраской эозином [9]

и с последующим заключением в среду Витрогель («BioVitrum»). На микроскопе «AxioImager A1» («Zeiss») через видеокамеру AxioCam MRc5, с использованием программы AxioVision Release 4.7.1 («Zeiss»), препараты фотографировали при увеличении: окуляр 10x, объектив 100x.

На фронтальных срезах половой железы измеряли максимальный и минимальный размеры, рассчитывали площадь; подсчитывали число половых клеток и ядрышек, измеряли максимальный и минимальный диаметры клеток и их ядер с последующим усреднением. Всего, с применением методов цитолого-гистологического анализа, нами была исследована 61 разновозрастная особь муксунов: 30 контрольных и 31 подопытная. Статистические расчеты проводили с использованием электронных таблиц MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Морфометрический анализ

В течение подращивания молоди муксунов из обеих партий были получены следующие морфометри-

Таблица 3. Морфометрия муксунов контрольной и опытной партий в условиях Собского рыбозавода (июнь-август, 2021 г.) / **Table 3.** Morphometry of muksun of the control and experimental groups in the conditions of the Sobsky fish hatchery (June-August, 2021)

Параметры	25 сут (08.06)		45 сут (28.06)		58 сут (11.07)		83 сут (05.08)	
	Контроль (18 экз.)	Опыт (24 экз.)	Контроль (20 экз.)	Опыт (20 экз.)	Контроль (20 экз.)	Опыт (20 экз.)	Контроль (23 экз.)	Опыт (23 экз.)
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ min-max	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ min-max	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ min-max	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ min-max	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ min-max	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ min-max	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ min-max	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ min-max
L1	<u>15,9 ± 0,73</u> 11,0 - 23,3	<u>18,0 ± 0,40**</u> 14,4 - 22,1	<u>27,8 ± 1,34</u> 18,8 - 40,6	<u>29,6 ± 0,44</u> 27,1 - 32,7	<u>30,4 ± 0,81</u> 25,3 - 36,7	<u>32,6 ± 0,85*</u> 25,4 - 40,5	<u>48,4 ± 1,03</u> 37,7 - 57,8	<u>52,1 ± 1,34**</u> 42,6 - 70,3
AA	<u>12,1 ± 0,49</u> 9,2 - 17,7	<u>13,1 ± 0,35</u> 9,6 - 16,9	<u>20,0 ± 0,96</u> 11,5 - 28,1	<u>21,3 ± 0,36</u> 19,0 - 24,4	<u>22,2 ± 0,56</u> 18,4 - 26,8	<u>23,4 ± 0,54</u> 18,7 - 28,1	<u>35,0 ± 0,71</u> 27,0 - 41,9	<u>37,6 ± 0,97**</u> 30,2 - 50,4
H	<u>1,9 ± 0,20</u> 1,3 - 3,8	<u>2,1 ± 0,12</u> 1,0 - 3,6	<u>5,3 ± 0,28</u> 3,1 - 7,5	<u>6,2 ± 0,13**</u> 5,4 - 7,3	<u>5,7 ± 0,18</u> 4,6 - 7,2	<u>6,6 ± 0,17**</u> 5,2 - 8,3	<u>9,1 ± 0,21</u> 6,9 - 11,0	<u>10,7 ± 0,33**</u> 8,7 - 14,8
h	-	-	2,0 ± 0,13 1,0 - 3,1	<u>2,7 ± 0,08**</u> 2,1 - 3,3	<u>2,3 ± 0,07</u> 1,9 - 2,9	<u>2,4 ± 0,07</u> 1,9 - 10,0	<u>3,6 ± 0,09</u> 2,6 - 4,2	<u>4,1 ± 0,13**</u> 3,0 - 5,2
lc	<u>4,0 ± 0,16</u> 2,9 - 5,8	<u>4,4 ± 0,13*</u> 3,3 - 5,8	<u>7,0 ± 0,40</u> 4,2 - 10	<u>7,3 ± 0,15</u> 5,8 - 8,3	<u>8,1 ± 0,19</u> 6,8 - 10,0	<u>8,5 ± 0,20</u> 7,1 - 9,7	<u>12,5 ± 0,20</u> 10,8 - 14,5	<u>12,7 ± 0,30</u> 11,0 - 17,4
hc	<u>3,2 ± 0,09</u> 2,7 - 4,2	<u>3,0 ± 0,08</u> 2,1 - 4,0	<u>4,9 ± 0,22</u> 3,1 - 6,3	<u>5,4 ± 0,11*</u> 4,4 - 6,3	<u>5,0 ± 0,15</u> 4,1 - 6,2	<u>5,6 ± 0,16**</u> 4,5 - 6,7	<u>8,1 ± 0,14</u> 6,6 - 9,1	<u>8,6 ± 0,20**</u> 7,0 - 10,8
do	<u>1,4 ± 0,04</u> 1,3 - 1,9	<u>1,5 ± 0,04</u> 1,0 - 1,9	<u>2,4 ± 0,10</u> 1,6 - 3,1	<u>2,4 ± 0,05</u> 2,1 - 2,9	<u>2,6 ± 0,06</u> 2,2 - 3,0	<u>2,7 ± 0,05</u> 2,3 - 3,2	<u>3,7 ± 0,06</u> 2,9 - 4,2	<u>3,9 ± 0,07**</u> 3,2 - 4,6
P, г	-	-	<u>0,25 ± 0,04</u> 0,1 - 0,6	<u>0,31 ± 0,01</u> 0,2 - 0,5	<u>0,37 ± 0,03</u> 0,2 - 0,6	<u>0,46 ± 0,03**</u> 0,2 - 0,8	<u>1,37 ± 0,08</u> 0,6 - 2,1	<u>2,06 ± 0,17**</u> 1,1 - 4,6

Примечание: * – достоверные различия на первом уровне значимости ($p<0,05$)

** – достоверные различия на втором уровне значимости ($p<0,01$)

ческие и весовые характеристики (табл. 3). В возрасте 25 сут. из 6 параметров по всем, кроме высоты головы (hc), отмечено преобладание подопытных особей над контрольными, а по двум – длине тела и длине головы – различия оказались достоверными. В возрасте 45 сут. также большинство показателей молоди опытной партии превосходили соответствующие параметры контрольной, а по высотам тела и головы превышение было достоверным (табл. 3). Тенденция увеличения значений морфологических параметров экспериментальной молоди над всеми параметрами контрольных особей сохранилась и в 58-суточном возрасте. В июле и августе у молоди отмечался интенсивный рост и в еще большей степени отмечено расхождение параметров подопытных и контрольных особей. За исключением длины головы (lc), все показатели сеголеток опытной партии высокодостоверно превышали таковые у контрольной молоди (табл. 3). В возрасте 85 сут. молодь муксунь была выпущена на нагул в Обь.

Далее охарактеризуем скоррелированность морфологических параметров у исследуемых особей муксунь контрольной и опытной партий. У молоди контрольной партии в возрасте 25 сут. (рис. 2 а) отчетливо проявилась высокая связь длины тела с антеанальным расстоянием (AA) и длиной головы ($r>0,9$), тогда как у подопытной молоди в это время тесная связь ($r>0,9$) была отмечена только для L1-AA (рис. 2 б).

Еще более высокая корреляция между параметрами у контрольной партии отмечена в возрасте 45 сут. (рис. 2 в). Большинство параметров были тесно связаны ($r>0,9$); в опытной партии тесная связь ($r>0,9$) по-прежнему отмечена лишь для L1-AA, а остальные параметры имеют между собой только среднюю и слабую связи (рис. 2 г).

По мере дальнейшего развития (58 сут.) контрольная партия муксунь, как и ранее имела столь же тесно скоррелированные параметры: $r>0,7...0,9$ (рис. 3 а). Но и в опытной партии проявилось увеличение степени скоррелированности (рис. 3 б). Перед выпуском молоди муксунь в Обь на нагул (83 сут.) отмечена тенденция снижения корреляции параметров у контрольной партии (рис. 3 в), тогда как большинство признаков у сеголеток в опыте были высокоскоррелированы: $r>0,9$ (рис. 3 г).

Таким образом, подопытная молодь муксунь, в условиях УЗВ рыбоводного завода, характеризовалась большими, по сравнению с контрольной, значениями изучаемых показателей, а при завершении подрашивания у нее происходила смена аллометрического роста изометрическим.

Гистологический анализ

Развитие репродуктивной системы у молоди проследили с 45-суточного возраста. В это время размеры гонад подопытных особей превосходили развитие половых желез у контрольных. При этом количество половых клеток на 1 фронтальном срезе у контрольных особей оказалось больше. Редко встречающиеся клетки были представлены гониями (рис. 4 а, б), количество ядрышек в их ядрах варьировало от 1 до 5 (табл. 4). В возрасте 57-59 сут. состояние гонад у молоди муксунь из обеих партий

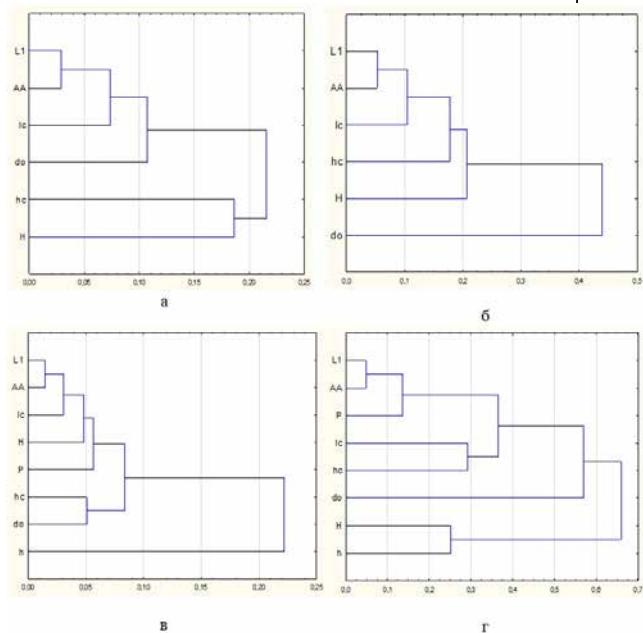


Рисунок 2. Кластерный анализ (1-r) морфологических параметров молоди муксун в возрасте 25 (а, б) и 45 (в, г) суток; а, в – контроль; б, г – опыт

Figure 2. Cluster analysis (1-r) of morphological parameters of juvenile muksun at the age of 25 (a, b) and 45 (c, d) days; a, c – control; b, d – experiment

почти не изменилось, однако размеры гонад контрольных были немного больше, чем у подопытных. Возможно, этот факт является отражением начала глубоких качественных преобразований, на которые отвлекаются ресурсы организма, т.к. у будущих

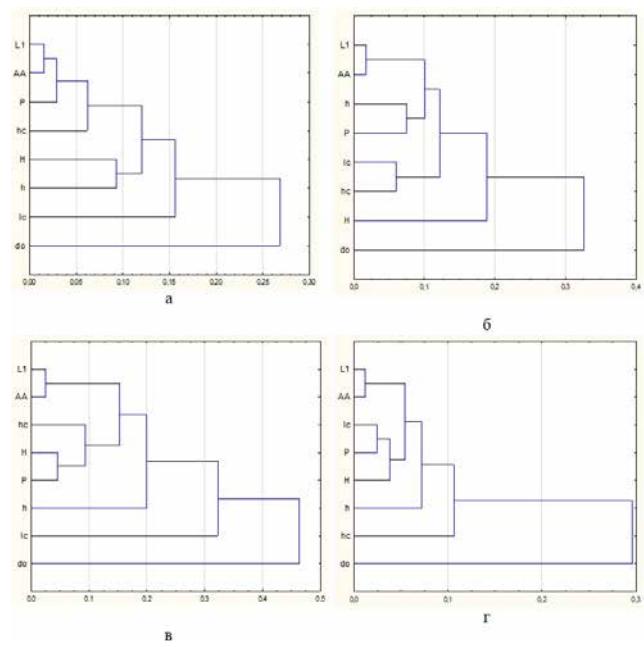


Рисунок 3. Кластерный анализ (1-r) морфологических параметров молоди муксун в возрасте 58 (а, б) и 83 (в, г) суток; а, в – контроль; б, г – опыт

Figure 3. Cluster analysis (1-r) of morphological parameters of juvenile muksun at the age of 58 (a, b) and 83 (c, d) days; a, c – control; b, d – experiment

самок опытной партии начинается локализация оогоний в латеральной области половой железы, что свидетельствует о начале дифференцировки пола (рис. 4 г). В формирующихся семенниках подобное расположение гониев отсутствует (рис. 4 в).

Значительные различия в состоянии воспроизводительной системы у контрольной и подопытной молоди муксуга проявились (рис. 5) перед ее выпуском в Обь (83 сут.). У сеголеток контрольной партии развитие гонад почти не изменилось (рис. 5 а, б). В отличие от них, в более крупных ($p < 0,05$) гонадах особей в опыте (табл. 4) проходила анатомическая дифференцировка яичников (рис. 5 в, г), а число оогоний было достоверно выше ($p < 0,05$). Размеры их ядер и число ядрышек также достоверно ($p < 0,01$) превышали эти показатели у контрольных особей (табл. 4).

Таким образом, в постэмбриональном онтогенезе молодь муксуга, обработанная ССИМП перед вылуплением, преобладая по морфологическим параметрам над контрольной, но отставая по степени их коррелированности, уже к 3-месячному возрасту переходила к изометрическому росту. Она характеризуется и более высоким темпом развития генеративной системы: в течение почти всего исследуемого периода размеры гонад пре-

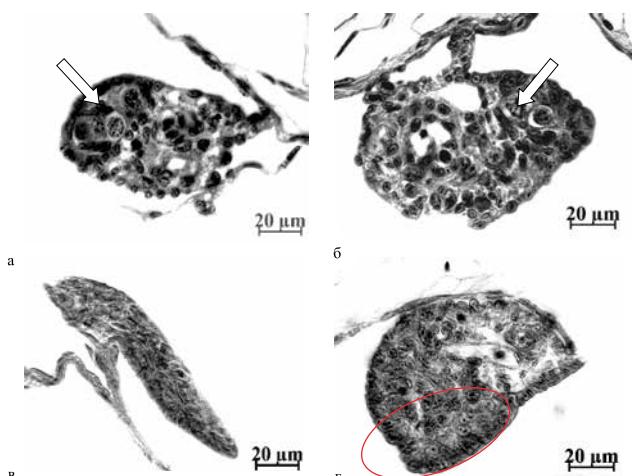


Рисунок 4. Состояние гонад молоди муксуга контрольной и опытной партий:
а (контроль), б (опыт) – на срезах гонад просматриваются гониальные клетки (стрелки); возраст 45 сут; в (контроль) – формирование будущего семенника; возраст 59 сут;
г (опыт) – на латеральной стороне формирующегося яичника локализуется группа оогоний (выделенный участок); возраст 57 сут.
Краситель: железный гематоксилин по Гейденгайну с докраской эозином.

Figure 4. State of the gonads of juvenile muksun of the control and experimental groups:
a (control), b (experiment) – gonial cells are visible on sections of gonads (arrows); age 45 days;
c (control) – formation of the future testis;
age 59 days; d (experiment) – a group of oogonia is localized on the lateral side of the developing ovary (selected area); age 57 days.
The iron hematoxylin by Heidenhain with eosin staining.

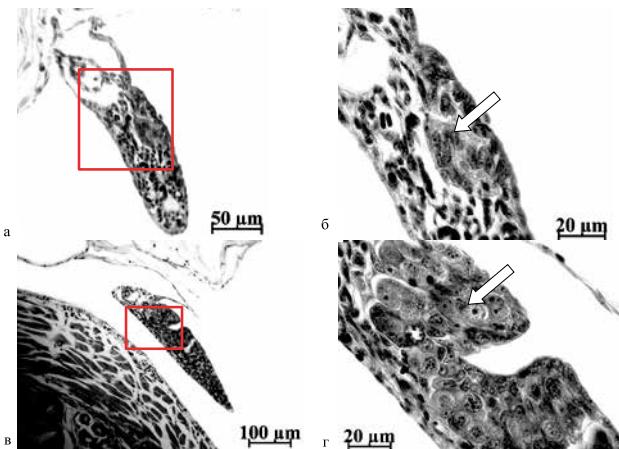


Рисунок 5. Гонады контрольных (а, б) и подопытных (в, г) сеголетков муксуга (83 суток).
В гонаде контрольной (а) особи муксуга выделен участок, в котором на латеральной поверхности (б) выявляется область концентрации гоний (стрелка); В формирующемся яичнике (в) подопытной самки образуется борозда – проходит анатомическая дифференцировка; г – стрелка указывает на оогонии, концентрирующиеся в области инвагинации герминативного эпителия.
Краситель: железный гематоксилин по Гейденгайну с докраской эозином.

Figure 5. Gonads of control (a, b) and experimental (c, d) young of the year muksun (83 days). In the gonad of the control (a) muksun individual, a section was identified in which on the lateral surface (b) an area of concentration of gonia is detected (arrow); In the developing ovary (c) of the experimental female, a groove is formed – anatomical differentiation takes place; d – arrow points to oogonia concentrated in the area of invagination of the germinal epithelium.
The iron hematoxylin by Heidenhain with eosin staining.

восходили этот показатель у контрольных особей, увеличивалось число гониальных клеток, проходила анатомическая дифференцировка гонад – в развивающихся яичниках подопытной молоди уже формировались яйценосные пластинки, что не отмечали у молоди контрольной партии.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенное исследование контрольной и обработанной сверхслабыми импульсными магнитными полями эмбрионов муксуга на завершающей стадии эмбриогенеза, в условиях производственного эксперимента (СРЗ, Харп, ЯНАО), показало устойчивые различия морфологических показателей и репродуктивного развития. Установленные более высокие значения морфологических параметров у подопытной молоди муксуга диссонируют с их низкой коррелированностью, которая может проявляться или вследствие медленного развития и роста, или, скорее всего, более интенсивного роста, при котором одни параметры развиваются с опережением других, от чего проявляется некоторая несогласованность в ростовых характеристиках – аллометрический рост. Однако по мере дальнейшего развития, при сохраняющемся более высоком темпе роста, происходит вы-

Таблица 4. Репродуктивные показатели молоди муксона в условиях Собского рыбозавода (июнь–август, 2021 г.) / **Table 4.** Reproductive indicators of juvenile muksun in the conditions of the Sobsky fish hatchery (June–August, 2021)

Возраст (дата)	45 сут (28.06)	59 сут (12.07)	57 сут (10.07)	83 сут (5.08)		
Показатели	Параметры гонад (на фронтальном срезе)					
	Контроль (n = 46)	Опыт (n = 62)	Контроль (n = 52)	Опыт (n = 43)	Контроль (n = 39)	Опыт (n = 36)
Длина, мкм	$98,8 \pm 5,8$ 58,3 – 211,7	$103,3 \pm 5,87$ 38 – 267,1	$136,6 \pm 4,5$ 66,9 – 219,8	$119,1 \pm 4,7$ 73,4 – 184,9	$185,2 \pm 9,25$ 89 – 295,5	$198,4 \pm 18,79$ 70,2 – 462,7
Ширина, мкм	$38,8 \pm 2,25$ 22 – 90,8	$44,4 \pm 1,82$ 23,9 – 75,3	$41,1 \pm 2,16$ 14,6 – 71,1	$51,1 \pm 2,62$ 26,9 – 85,6	$52,8 \pm 5,21$ 24,7 – 204,2	$61,5 \pm 4,28$ 18,0 – 120,9
Площадь, мкм ²	$2910,7 \pm 331,6$ 1218,8 – 12851	$3666,0 \pm 269,9^*$ 677,2 – 13089,6	$4516,9 \pm 336,4$ 1215,1 – 9171,3	$4441,4 \pm 175,9$ 2238,5 – 7059	$7485,2 \pm 930,3$ 1847,7 – 37786	$10607,3 \pm 1516,9^*$ 1690,8 – 39326,1
Половые клетки (на фронтальном срезе)						
Показатели	Контроль (n = 64)	Опыт (n = 93)	Контроль (n = 91)	Опыт (n = 77)	Контроль (n = 82)	Опыт (n = 79)
Количество клеток (на 1 срезе)	$0,87 \pm 0,08^*$ 0 – 3	$0,69 \pm 0,06$ 0 – 3	$1,03 \pm 0,07$ 0 – 3	$1,20 \pm 0,08$ 0 – 4	$1,98 \pm 0,18$ 0 – 12	$2,59 \pm 0,28^*$ 0 – 14
Диаметр клетки, мкм	$10,5 \pm 0,22$ 7,0 – 16,4	$10,1 \pm 0,17$ 6,4 – 14,8	$8,6 \pm 0,19$ 5,3 – 13,9	$9,8 \pm 0,18^{**}$ 7,4 – 16,1	$9,6 \pm 0,13$ 7,2 – 12,4	$10,2 \pm 0,20^{**}$ 6,8 – 15,7
Диаметр ядра, мкм	$6,3 \pm 0,19$ 3,0 – 9,2	$6,0 \pm 0,15$ 3,1 – 10,2	$5,4 \pm 0,14$ 3,1 – 9,8	$5,5 \pm 0,13$ 3,6 – 9,8	$5,5 \pm 0,11$ 3,7 – 8,8	$6,1 \pm 0,16^{**}$ 3,9 – 10,5
Число ядрышек	$2,0 \pm 0,08^*$ 1,0 – 3,0	$1,8 \pm 0,08$ 1,0 – 5,0	$1,4 \pm 0,07$ 1,0 – 4,0	$1,5 \pm 0,08$ 1,0 – 4,0	$1,5 \pm 0,07$ 1,0 – 3,0	$2,1 \pm 0,12^{**}$ 1,0 – 5,0

Примечание: по каждой дате в контроле и опыте было исследовано по 10 особей, кроме подопытных в 57 сут (11 экз.).

* – p<0,05, **–p<0,01

равнивание показателей и их коррелированность повышается – наблюдается изометрический рост. Можно полагать, что и остальные морфофункциональные показатели приходят в норму, что особенно важно при смене условий искусственного содержания на природные.

При исследовании состояния репродуктивной системы контрольной и подопытной молоди в возрасте 45 сут. отмечено, что при более крупных гонадах у подопытных мальков количество гониальных клеток в среднем меньше, чем у контрольных. Это явление может быть вызвано некоторой задержкой гаметогенеза, когда соматическая часть гонады по-прежнему увеличивается. Однако в дальнейшем начинается и всё более возрастает компенсаторное развитие репродуктивной системы, что выражается в значительно более развитых гонадах у подопытных особей.

Известно, что повышение числа первичных гоноцитов и, соответственно, гониальных клеток инициирует развитие половых зачатков в направлении яичников. В ряде работ [18; 19] показана прямая связь дифференцировки гонад по типу яичников от числа, заселяющихся в герминативные валики, первичных гоноцитов. И, напротив, если по каким-то причинам в формирующейся гонаде не мигрируют первичные половые клетки, то в ней продолжается синтез андрогенов и происходит дифференцировка в семенник [17].

Отмеченное нами ранее, на обработанной ССИМП молоди чира, более интенсивное развитие гонад, увеличение числа первичных половых клеток и начало цитологической дифференцировки пола по

женскому типу [15] согласуется с полученными данными и на подопытной молоди муксона. Отсутствие у исследуемых сеголеток муксuna цитологической дифференцировки пола является результатом более медленного развития его репродуктивной системы [13], однако тенденция в ускорении генеративного развития отчетливо просматривается.

При этом вновь отметим, что проведение обработки ССИМП в конце эмбриогенеза, когда процессы эмбрионального формообразования уже завершились, может вести лишь к ускорению роста и развития [14; 15]. Нормализовать развитие, активизировать адаптационный потенциал для повышения выживаемости и расширить экологическую пластичность развивающегося организма можно при проведении соответствующих мероприятий на начальных стадиях онтогенеза – с гаметами и ранними зародышами.

Финансирование. Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке Правительства Тюменской области в рамках проекта Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра Проект №89-ДОН (2).

Financing. The research was carried out with partial financial support from the Government of the Tyumen Region within the framework of the project of the West Siberian Interregional Scientific and Educational Center Project No. 89-DON (2).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов в работу: Селюкова С.А. – сбор и анализ данных, подготовка статьи; Пищенко Е.В. – идея работы, окончательная проверка статьи; Ефремова Е.В. – сбор и анализ данных; Мирзабаев Д.А. – сбор и анализ данных; Селюков А.Г. – идея работы, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Authors' contribution to the work: **Selyukova S.A.** – data collection and analysis, preparation of the article; **Pishchenko E.V.** – idea of the work, final verification of the article; **Efremova E.V.** – data collection and analysis; **Mirzabaev D.A.** – data collection and analysis; **Selyukov A.G.** – idea of the work, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Исаков П.В., Селюков А.Г. Состояние яичников и особенности овариальных циклов муксунов *Coregonus muksun* (*Coregonidae, Salmoniformes*) в период зимовки в Обской губе // Вопросы ихтиологии. 2005. Т.45. №2. С.242-250.
2. Исаков П.В., Селюков А.Г. Сиговые рыбы в экосистеме Обской губы. Монография / Тюмень: ТюмГУ. 2010. 184 с.
3. Лукин А.А. Система воспроизведения сига *Coregonus lavaretus* в условиях многофакторного загрязнения // Вопросы ихтиологии. 2000. Т.40. № 3. С.425-428.
4. Лукин А.А., Шарова Ю.Н. Патологии микроструктуры генеративных органов самок сига *Coregonus lavaretus* оз. Имандря // Вопросы ихтиологии. 2002. Т.42. № 1. С.114-120.
5. Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А. [и др.] Гистология для ихтиологов: Опыт и советы. М.: ВНИРО. 2009. 112 с.
6. Матковский А.К. Основные закономерности динамики численности муксунов *Coregonus muksun* реки Обь // Вопросы рыболовства. 2006. Т.7. № 3(27). С. 505-521.
7. Пак И.В., Моисеенко Т.И., Сергиенко Л.Л. [и др.] Изменчивость цитогенетических показателей сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна // Экология. 2013. №4. С. 310-312.
8. Решетников Ю.С., Попова О.А., Кацулин Н.А. [и др.] Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии. 1999. Т.119. №2. С. 165-177.
9. Ромейс Б. Микроскопическая техника. М.:Издательство иностранной литературы, 1953. 718 с.
10. Селюков А.Г. Репродуктивная система сиговых рыб (*Coregonidae, Salmoniformes*) как индикатор состояния экосистемы Оби. II. Половые циклы муксунов *Coregonus muksun* // Вопросы ихтиологии. 2002. Т. 42. №2. С. 225-235.
11. Селюков А.Г. Морфофункциональный статус рыб Обь-Иртышского бассейна в современных условиях. Тюмень: ТюмГУ. 2007. 184 с.
12. Селюков А.Г. Морфофункциональные изменения рыб бассейна Средней и Нижней Оби в условиях возрастающего антропогенного влияния // Вопросы ихтиологии.— 2012. Т. 52. №5. С. 581-600.
13. Селюков А.Г., А.А. Богданова, С.А. Селюкова Ранний гаметогенез сиговых рыб в аквакультуре за пределами естественного ареала. II. Гаметогенез и формирование фонда половых клеток у сеголеток чира и муксун // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2019. № 12(167). С. 62-70.
14. Селюков А.Г., Ефремова Е.В., Селюкова С.А., Шуман Л.А. Проблемы компенсационного рыбоводства: повышение адаптационного потенциала чира *Coregonus nasus* (Pallas) в раннем онтогенезе слабыми магнитными полями. 1. Морфометрический анализ // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2020 а. № 11. С. 32-46.
15. Селюков А.Г., Селюкова С.А., Шуман Л.А., Ефремова Е.В. Проблемы компенсационного рыбоводства: повышение адаптационного потенциала чира *Coregonus nasus* (Pallas) в раннем онтогенезе слабыми магнитными полями. 2. Гистологический анализ // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2020 б. № 12. С. 28-40.
16. Солодилов А.И. Патент № 2155081. Способ обработки вещества магнитным полем и устройство для его осуществления. М. 2000.
17. Ding Y, Lin Z, Qifeng Z, [et al.]. Abundance of early embryonic primordial germ cells promotes zebrafish female differentiation as revealed by lifetime labeling of germline. Marine Biotechnology. 2019. 21, Pp.217228.
18. Kurokawa H, Saito D, Nakamura S, [et al.]. Germ cells are essential for sexual dimorphism in the medaka gonad. Proc Nat Acad Sci USA. 2007. 104, 43. Pp.16958-16963.
19. Lewis Z.R., McClellan M.C., Postlethwait J.H., [et al.]. Female-specific increase in primordial germ cells marks sex differentiation in threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). J. Morphol. 2008. 269, 8. Pp. 909-921.
20. Tanaka M, Saito D, Morinaga C, Kurokawa H. Cross talk between germ cells and gonadal somatic cells is critical for sex differentiation of

the gonads in the teleost fish, medaka (*Oryzias latipes*) // Dev Growth Differ. 2008. 50, 4. P.273-278.

REFERENCES AND SOURCES

1. Isakov P.V., Selyukov A.G. (2005). The state of ovaries and osobennosti of the aquarium species of muksun (*Coregonidae, salmon-like*) in the winter in the Gulf of Ob // Questions of Philosophy. Vol.45. No. 2. Pp.242-250. (In Russ).
2. Isakov P.V., Selyukov A.G. (2010). Whitefish in the ecosystem of the Gulf of Ob. Monograph / Tyumen: TSU. 184 p. (In Russ).
3. Lukin A.A. (2000). *Coregonus lavaretus* whitefish production system in the republic of multi-factor pollution // Environmental issues. Vol.40. No. 3. Pp.425-428. (In Russ).
4. Lukin A.A., Sharov A.N. (2002). Pathological microstructures of genetic organisms of female whitefish *Coregonus lavaretus* oz. Imandra // Questions of ichthyology. Vol.42. No. 1. Pp.114-120. (In Russ).
5. Mikodina E.V., Sedova M.A., Chmilevsky D.A. [et al.] (2009). Histology for ichthyologists: Experience and advice. M.: VNIRO. 112 p. (In Russ).
6. Matkovsky A.K. (2006). Obvious patterns of the dynamics of the abundance of the muksun *Coregonus muksun* of the Ob river // Questions of fisheries. Vol.7. No. 3(27). Pp. 505-521. (In Russ).
7. Pak I.V., Moiseenko T.I., Sergienko L.L. [et al.] (2013). Variability of cytogenetic parameters of whitefish of the Ob-Irtysh basin // Ecology. No. 4. Pp. 310-312. (In Russ).
8. Reshetnikov Yu.S., Popova O.A., Kashulin N.A. [et al.] (1999). Assessment of the well-being of the fish part of the aquatic community based on the results of morphopathological analysis of fish // Successes of modern biology. Vol.119. No.2. Pp. 165-177. (In Russ).
9. Romeis B. (1953). Microscopic technique. M.: Publishing House of Foreign Literature. 718 p. (In Russ).
10. Selyukov A.G. (2002). Reproductive system of whitefish (*Coregonidae, Salmoniformes*) as an indicator of the O. B. II constellation. Muksun's genitals *Coregonus muksun* // Questions of philosophy. Vol. 42. No.2. Pp. 225-235. (In Russ).
11. Selyukov A.G. (2007). Morphofunctional status of fishes of the Ob-Irtysh basin in modern conditions. Tyumen: Tyumen State University. 184 p. (In Russ).
12. Selyukov A.G. (2012). Morphofunctional changes in fish of the Middle and Lower Ob basin under conditions of increasing anthropogenic influence // Questions of ichthyology. Vol. 52. No. 5. Pp. 581-600. (In Russ).
13. Selyukov A.G., A.A. Bogdanova, S.A. Selyukova (2019). Early gametogenesis of whitefish in aquaculture outside the natural range. Second. Gametogenesis and formation of the germ cell fund in muksun and chira fingerlings // Fish farming and fisheries. No. 12(167). Pp. 62-70. (In Russ).
14. Selyukov A.G., Efremova E.V., Selyukova S.A., Shuman L.A. (2020 a). Problems of compensatory fish farming: increasing the adaptive potential of *Coregonus nasus* (Pallas) in early ontogenesis by weak magnetic fields. 1. Morphometric analysis // Fish farming and fisheries. No. 11. Pp. 32-46. (In Russ).
15. Selyukov A.G., Selyukova S.A., Shuman L.A., Efremova E.V. (2020 b). Problems of compensatory fish farming: increasing the adaptive potential of *Coregonus nasus* (Pallas) in early ontogenesis by weak magnetic fields. 2. Histological analysis // Fish farming and fisheries. No. 12. Pp. 28-40. (In Russ).
16. Solodilov A.I. (2000). Patent No. 2155081. A method of processing a substance with a magnetic field and a device for its implementation. M. 2000.
17. Ding Y, Lin Z, Qifeng Z, [et al.]. Abundance of early embryonic primordial germ cells promotes zebrafish female differentiation as revealed by lifetime labeling of germline. Marine Biotechnology. 2019. 21, Pp.217228.
18. Kurokawa H., Saito D., Nakamura S. [et al.]. Germ cells are necessary for sexual dimorphism in the gonads of the medaka. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. 104, 43. Pp.16958-16963.
19. Lewis Z.R., McClellan M.S., Postlethwait J.H. [et al.]. (2008). Female-specific increase in primary germ cells marks sexual differentiation in the three-walled stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). J. Morphol. 269, 8. Pp. 909-921.
20. Tanaka M., Saito D., Morinaga C., Kurokawa H. (2008). The cross-current between germ cells and somatic gonad cells is crucial for the sexual differentiation of gonads in bony medaka fish (*Oryzias latipes*) // Dev Growth Difference. 50, 4. Pp.273-278.

Материал поступил в редакцию/ Received 29.09.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 25.10.2023



Предпосылки для селекции двухгодовалых самок радужной форели, по срокам и кратности созревания, при выращивании в установке замкнутого водоснабжения

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-135-140 EDN mzllux

Зинченко Александр Александрович – Научный сотрудник лаборатории воспроизводства рыбных запасов, Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства (филиал ФГБУ «Главрыбвод»),
@ fsgzr.lo@yandex.ru, пос. Ропша, Ленинградская область, Россия

Шиндавина Нина Ивановна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции рыб, Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства (филиал ФГБУ «Главрыбвод»), пос. Ропша, Ленинградская область, Россия

Ежков Владислав Сергеевич – Магистрант кафедры аквакультуры и болезней рыб, Санкт-Петербургский Государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия

Адреса:

1. Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства (ФСГЦР филиал ФГБУ «Главрыбвод») – 188514, Ленинградская область, Ломоносовский р-н, пос. Ропша, Стрельнинское шоссе, стр.4

2. Санкт-Петербургский Государственный университет ветеринарной медицины – 196084, Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5

Аннотация.

В статье изложены результаты оценки двухгодовалых самок радужной форели, созревших в начале, середине и конце нерестового сезона, по массе тела, репродуктивным признакам, выживаемости эмбрионов и частоте встречаемости рыб с бициклическим созреванием. Выявлены достоверные различия по массе яйцеклеток, в зависимости от сроков овуляции. Выживаемость зародышей не зависела от массы икринок и имела высокие показатели у рыб, созревших в середине и конце нереста. Частота встречаемости бициклических самок среди групп двухгодовиков, созревших в разные сроки, имела большие различия. Полученные данные важны при проведении селекции, в целях смещения нерестового сезона и создания новых отводок и пород форели при разведении в УЗВ.

Ключевые слова:

радужная форель, сроки созревания, качество икры, бициклический нерест, селекция

Для цитирования:

Зинченко А.А., Шиндавина Н.И., Ежков В.С. Предпосылки для селекции двухгодовалых самок радужной форели, по срокам и кратности созревания, при выращивании в установке замкнутого водоснабжения // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 135-140. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-135-140 EDN mzllux

PREREQUISITES FOR THE SELECTION OF TWO-YEAR-OLD FEMALE RAINBOW TROUT, ACCORDING TO THE TIMING AND MULTIPLICITY OF MATURATION, WHEN GROWING IN A CLOSED WATER SUPPLY INSTALLATION

Alexander A. Zinchenko – Researcher at the Fish Stocks Reproduction Laboratory, *Federal Breeding and Genetic Center of Fish Farming (branch of the Federal State Budgetary Institution "Glavrybvod")*, @fsgzr.lo@yandex.ru, village Ropsha, Leningrad Region, Russia

Nina I. Shindavina – Candidate of Biological Sciences, Leading researcher of the Fish Breeding Laboratory, *Federal Breeding and Genetic Center of Fish Farming (branch of the Federal State Budgetary Institution "Glavrybvod")*, village. Ropsha, Leningrad Region, Russia

Vladislav S Yezhkov – Master's Student of the Department of Aquaculture and Fish Diseases, *St. Petersburg State University of Veterinary Medicine*, St. Petersburg, Russia

Addresses:

1. *Federal Breeding and Genetic Center of Fish Farming (FSGCR branch of FSBI "Glavrybvod")* – 188514, Leningrad region, Lomonosovsky district, village. Ropsha, Strelninskoe highway, p.4
2. *St. Petersburg State University of Veterinary Medicine* – 196084, St. Petersburg, Chernihiv str., 5

Annotation. The article presents the results of the evaluation of two-years-old female rainbow trout, matured at the beginning, middle and the end of spawning season, by body weight, reproductive characteristics, embryo survival and the frequency of occurrence of fish with bicyclic maturation. Significant differences in the mass of eggs were revealed depending on the timing of ovulation.

The survival rate of embryos did not depend on the weight of eggs and had high rates in fish that matured in the middle and end of spawning. The frequency of occurrence of bicyclic females among groups of two-year-olds who matured at different times had great differences. The data obtained are important when conducting breeding in order to shift the spawning season and create new layering and trout breeds when breeding in RAS.

Keywords:

rainbowtrout, maturation period, quality of eggs, bicyclic spawning, breeding

For citation:

Zinchenko A.A., Shindavina N.I., Yezhkov V.S. Prerequisites for the selection of two-year-old female rainbow trout, according to the timing and multiplicity of maturation, when growing in a closed water supply installation // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 135-140. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-135-140 EDN mzllux

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все более широкое распространение в форелеводстве получает современная технология выращивания рыб с применением оборотного водоснабжения, называемого установкой замкнутого водоснабжения (УЗВ). В условиях УЗВ температурный режим в течение всего года сохраняется на уровне, благоприятном для роста рыб и развития репродуктивной системы. В этом случае целесообразно содержать несколько маточных стад, созревающих в разное время года, с тем, чтобы более полно использовать рыбоводное оборудование, а также для получения посадочного материала в течение более длительного периода.

Для реализации этой задачи можно собрать коллекцию из пород с разными сроками созревания, у которых этот признак закреплен генетически. Такая коллекция пород форели была создана на Адлерском племзаводе в конце прошлого столетия, где использовали для разведения четыре породы, созревающие поочередно: форель камлоопс (октябрь-ноябрь), форель Адлер (ноябрь-декабрь), форель Дональдсона (декабрь-январь), стальноголовый лосось (февраль-март) [1].

Еще одним способом является смещение сроков нереста, которое достигается отбором производителей, созревающих в нужные сроки, и закреплением этого признака в ряду поколений. Предпосылкой для успешной селекции самок и самцов по срокам нереста являются высокий уровень изменчивости и повторяемости этого признака [2; 3; 4; 5]. В отечественном форелеводстве

работы в этом направлении были проведены на племенном форелеводческом заводе Адлер. В качестве ресурсов для селекции использовали производителей пород из уже созданной коллекции. Была проведена селекция по созданию отводки у форели камлоопс с более ранним созреванием рыб в августе-сентябре, в результате была создана новая порода — форель Августин, а также смещению нереста стальноголового лосося на более поздние сроки. Таким образом, был создан комплекс маточных стад с чередующимся созреванием в период с августа по март, а при использовании бициклических самок получали дополнительно икру в мае-июле [1].

В Ропше УЗВ начали эксплуатировать с 2008 года. Для разведения использовали форель породы Рофор. Нерест самок происходит в осенне-зимний период. Летом 2021 г. были обнаружены самки, созревшие через полгода после первого созревания. Тогда же были начаты работы по исследованию бициклического созревания [6]. Потомство самок, созревших в конце июля 2021 г., было оставлено на выращивание, для создания исходного стада с последующей селекцией в ряду поколений по признаку бициклического нереста, с целью его закрепления. Эффективность такой селекции была продемонстрирована японскими учеными, которые за 10 лет создали линию форели, в которой 60-70% самок созревали два раза в году [7].

Двухгодовалые самки основного ремонтного стада, наряду с моноциклическими рыбами, включают бициклических самок. В период первого созревания в осенне-зимний период мы не можем

дифференцировать их по кратности последующего созревания. Но при отборе двухгодовалых самок в разные сроки их созревания, с целью последующего смещения нерестового сезона, важно не снизить долю двукратников в стаде. Для этого мы исследовали зависимость частоты встречаемости бициклических самок от сроков созревания рыб в двухгодовалом возрасте.

Цель нашей работы состояла в оценке двухгодовалых самок маточного стада форели, выращиваемых в условиях УЗВ, для обоснования и разработки методов отбора, при использовании этих рыб в качестве ресурса, при селекции по срокам и кратности созревания. Исследовали двухгодовалых самок, созревших в разные сроки нерестового сезона по масса-размерным и репродуктивным показателям, по выживаемости потомства в период эмбриогенеза, а также по частоте встречаемости бициклических самок.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работу проводили осенью 2022 и летом 2023 годов.

В Ропше УЗВ представляет систему специализированных рыбоводных участков с регулируемой температурой воды, освещенности, проточности и автоматического кормления. Система состоит из инкубатора, закрытого цеха с искусственным освещением и открытой площадкой с естественным фотопериодом.

Объект изучения – впервые созревшие самки радужной форели породы Рофор в возрасте 2 и 2,5 года.

При выращивании рыб использовали метод комбинированного содержания на разных участках в разные периоды их развития.

Икру инкубировали при стабильной температуре воды 10°C. После выплания личинок и до достижения молоди средней массы тела 0,1 г их содержали в лотках при температуре 14°C. Дальнейшее выращивание проводили в закрытом цехе и на уличном модуле. Температура менялась в пределах от 8 до 15°C.

Самок проверяли на созревание один раз в 7 дней.

Для сравнительной оценки самок по массе тела, рабочей и относительной плодовитости и средней массе икринок, при созревании рыб в начале, середине и окончании нерестового сезона, использовали по 50 особей случайной выборки.

Для индивидуальной оценки производителей по выживаемости эмбрионов, использовали 19-23 особей случайной выборки. После ручного отцепживания от каждой самки брали порцию икры (350-400 шт.), осеменяли свежеприготовленной смесью спермы 2-3 самцов и инкубировали отдельно. В качестве среды для осеменения применяли буферный солевой раствор D532 [7]. В его состав входят: 24,2 г Трис + 22,5 г глицин + 1,1 г CaCl_2 , + 73,1 г NaCl на 10 дистиллированной H_2O ($\text{pH}=9,0$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ Динамика созревания

Почти у всех самок (около 95%) первое созревание наблюдали в возрасте два года.

Исследованные рыбы были потомками трехгодовалых самок, созревших в период массового созревания 10 и 17 декабря 2020 года. Нерестовый сезон у двухгодовиков начался в конце ноября и закончился во второй декаде декабря. Массовое созревание рыб наблюдали в период с 15 по 21 декабря, что совпадало по срокам нереста с родительскими особями. Динамика нереста представлена в таблице 1. Благодаря индивидуальному мечению двухгодовалых самок, удалось провести их разделение по кратности нереста после летнего созревания рыб. Таким образом, мы получили данные по частоте встречаемости бици-



**Таблица 1. Динамика созревания самок и частота встречаемости бициклических рыб /
Table 1. Dynamics of maturation of females and frequency of occurrence of bicyclic fish**

Дата созревания	Количество созревших рыб, %	Количество бициклических рыб, %
24 ноября	3	6
02 декабря	7	16
09 декабря	17	45
15 декабря	24	15
21 декабря	22	12
29 декабря	14	5
12 января	10	0
19 января	3	1

Таблица 2. Масса тела и репродуктивные показатели самок, созревших в разные сроки нерестового сезона (n=50) / **Table 2.** Body weight and reproductive indicators of females matured at different times of the spawning season (n=50)

Признаки	Сроки созревания					
	24 ноября-02 декабря		15-21 декабря		12-19 января	
	X ± m _x	CV, %	X ± m _x	CV, %	X ± m _x	CV, %
Масса тела, г	1242±31,4	17,8	1181±28,6	17,1	1300±33,1	18,0
Средняя масса икринок, мг	47±1,0	14,5	51±1,0	13,4	53±0,9	11,4
Рабочая плодовитость, шт.	2653±108,5	28,9	2630±100,2	26,9	2909±84,1	20,4
Индекс репродуктивности, г/кг	110±3,5	22,6	128±4,8	26,5	136±3,42	16,6

Примечание: M±m – среднее значение и его ошибка, CV – коэффициент вариации

личных самок, в зависимости от сроков созревания рыб в двухгодовалом возрасте (см. табл. 1).

Бициклические самки в подавляющем большинстве находились среди рыб, которые созрели в первой половине нерестового сезона, т.е со 2 по 15 декабря (76%). Наибольшее количество этих рыб (45%) были обнаружены среди самок, созревших за неделю до массового созревания.

Характеристика самок, созревших в разные сроки нерестового сезона

Если принять за начало развития рыб середину декабря 2020 г. (дата получения икры и спермы у родительских особей), созревание рыб в конце ноября-начале декабря происходило в возрасте около 23,5 месяцев, массовое созревание наблюдали у рыб в возрасте 24 месяцев, а в конце нереста возраст самок составлял 25 месяцев. Характеристика самок представлена в таблице 2.

Самки, созревшие в конце сезона, превосходили рыб, созревших в начале и середине, по массе тела и рабочей плодовитости: $p=0,01$ и $p=0,05$, соответственно. Достоверные различия, обусловленные разными сроками созревания, были также выявлены между показателями средней массы икринок. У самок, созревших в начале сезона, показатель массы икринок был достоверно ниже, чем в середине нереста ($p=0,01$) и еще ниже – в конце нереста ($p=0,001$).

В пределах выборок, у самок, созревших в начале и в конце нереста плодовитость возрастала с увеличением массы тела ($r=0,49-0,50$; $p=0,01$), а в середине нереста более крупные самки производили более крупную икру ($r=0,37-0,41$; $p=0,01$). Во всех трех выборках средняя масса икринок была отрицательно взаимосвязана с плодовитостью ($r=0,31-0,51$; $p=0,05-0,01$).

Оценка самок по выживаемости эмбрионов

В таблице 3 представлены результаты индивидуальной оценки самок по средней массе икринок, коэффициенту вариации массы икринок и выживаемости эмбрионов на стадии пигментации глаз.

Выживаемость эмбрионов была самой низкой у самок, созревших в начале сезона, но различия по этому признаку ни в одном случае не достигали достоверного уровня. Не было выявлено зависимости жизнеспособности зародышей от массы икринок, несмотря на высокое разнообразие этих

показателей у самок внутри выборок. Выживаемость эмбрионов отрицательно коррелировала с уровнем изменчивости икры у рыб, созревших в конце сезона: $r=0,46$ ($p=0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

У самок, выращенных в условиях УЗВ, подавляющее количество рыб созрели в двухгодовалом возрасте, что считается обычным для генетически улучшенных стад, при разведении их в благоприятных температурных условиях и нормативном режиме кормления [9].

По массе тела и репродуктивным признакам лучшими показателями отличались самки, созревшие в конце нерестового сезона. У рыб, созревших в самом начале нереста, был самый низкий индекс репродуктивности, поскольку самки в это время производили самую мелкую икру. Чем позже созревали самки, тем крупнее у них была икра. Аналогичные изменения в размерах яйцеклеток, связанные с изменениями периода гаметогенеза и сроков созревания, были отмечены ранее у радужной форели [7; 10; 11].

Выживаемость эмбрионов была сравнительно низкой у рыб в начале нереста, но в дальнейшем этот показатель приблизился к нормативному уровню 80%, принятому для племенной форели [12]. Ранее, при проведении селекции в форелеводстве, не рекомендовалось использовать впервые созревших производителей, поскольку значительная часть этих самок, как правило, производила мелкую икру с низкой выживаемостью. Однако было отмечено, что среди двухгодовалых рыб имелось некоторое количество самок, икра которых могла быть использована в рыбоводных целях [13].

Независимость показателей выживаемости эмбрионов от величины яйцеклеток, полученная в нашей работе, согласуется с результатами исследований, полученных у разных видов лососевых рыб [11; 14; 15; 16; 17]. Таким образом, как мелкая, так и крупная икра может характеризоваться высоким качеством, однако следует учитывать, что с размером икры у лососевых рыб была выявлена взаимосвязь величины икры и роста зародышей и личинок [18; 19; 20]. Поэтому не целесообразно использовать для воспроизводства самок с мелкой икрой, а также – с высокими показателями изменчивости икры массы икринок, по-



Таблица 3. Характеристика икры у самок, созревших в разные сроки нерестового сезона /
Table 3. Characteristics of eggs in females matured at different times of the spawning season

Признаки	Сроки созревания		
	02 декабря n=20	15 декабря n=19	29 декабря-19 января n=23
Средняя масса икринок, мг	48 ± 1.6 33-62	53 ± 1.3 45-67	50 ± 1.2 40-61
Изменчивость икринок по массе, CV, %	6.0 ± 0.60 2.8-15.1	5.3 ± 0.34 2.6-7.7	6.5 ± 0.75 2.8-18.7
Выживаемость эмбрионов, %	64 ± 6.6 2-99	76 ± 4.7 29-95	78 ± 4.1 23-95

Примечание: над чертой – среднее значение и его ошибка; под чертой – пределы варьирования признака

скольку, согласно полученным нами данным, этот показатель может отрицательно коррелировать с выживаемостью эмбрионов.

Наибольшая частота встречаемости рыб с двукратным нерестом была отмечена в группе самок, созревших за неделю до наступления массового созревания. Самой низкой она была у рыб, созревших во второй половине нерестового сезона.

Полученные нами данные следует учитывать при выборе интервалов отбора двухгодовалых рыб, как при формировании маточного стада, так и при селекции по срокам созревания, в целях создания новых пород и отводок.

Отбор производителей, в целях смещения сроков созревания в нерестовом сезоне, предусматривает выполнение двух условий: во-первых, оценку и отбор производителей следует проводить в сжатые сроки, т.е. разница между закладками первой и последней партий икры для воспроизводства не должна превышать 5-7 дней. Это позволит избежать разнокачественности племенного потомства по массе и размерам, вызванной стартовыми различиями в начале перехода личинок на активное питание. Во-вторых, группа рыб, созревших в нужный срок, должна

быть достаточно многочисленной для проведения дальнейших селекционных мероприятий, связанных с оценкой, отбором и формированием семей для воспроизводства. В нашем случае этим требованиям отвечают две группы самок, в одной из которых рыбы созрели за неделю до наступления массового нереста, а во второй – через неделю после него. В случае использования для скрещиваний самок с более ранним или более поздним нерестом, численность которых невелика, основным критерием отбора на первых этапах работ будет срок созревания, а при получении достаточно многочисленной группы рыб с созреванием в нужные сроки, можно проводить сопряженный отбор по остальным хозяйственнополезным признакам.

Учитывая высокий темп роста рыб в условиях УЗВ, раннее созревание самок и хорошее качество икры, селекция двухгодовалых рыб по срокам созревания может быть эффективной. Тем более, что для этого признака был отмечен высокий уровень повторяемости [2; 3]. Отбор рыб в этом возрасте ускорит темп селекции и позволит достичь нужного результата раньше, чем в случае использования трехгодовиков.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
 Вклад авторов в работу: Зинченко А.А. – сбор и анализ данных, окончательная проверка. Шиндавина Н.И. – идея работы, сбор и анализ данных. Ежков В.С. – сбор данных.

The authors declare that there is no conflict of interest.
The authors' contribution to the work: Zinchenko A.A. – data collection and analysis, final verification. Shindavina N.I. – the idea of work, data collection and analysis. Yezhkov V.S. – data collection.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Никандров В.Я., Шиндавина Н.И., Янковская В.А. Создание комплекса пород радужной форели с непрерывным циклом созревания // Материал междунар. симпозиума «Холодноводная аквакультура: старт в XXI век». С.-Пб. 8-13 сентября 2003. С.222-223.
2. Щербенок Ю.И., Михель А.Е., Криштофович Е.Н., Верхоланцева А.Г. Рыбоводно-биологическая характеристика радужной форели в связи с разными сроками созревания самок в нерестовом сезоне // Сб. научн. трудов ВНИИПРХ. 1982. Вып.33. С.147-157.
3. Drecun D. (1973). Urgoi, selekcja I ispitivanje prognostic maticnog materijala na pastrmskom ribnjaku "Moraca" // Ribar.Jugosl. V.28. N.4. Pp.83-87.
4. Siitonen L. and Gall G.A.F. (1989). Responce to selection for early spawn date in rainbow trout, *Salmogairdneri* // Aquaculture. N.78. Pp.153-161.
5. Sadler S.E., Molcod D., McKay L.K., Moccia R.D. (1992). Selection for early spawning and repeatability of spawn date in rainbow trout // Aquaculture. V.100. N.1-3. Pp.103-118.
6. Шиндавина Н.И., Зинченко А.А., Ташбаев Д.У., Никандров В.Я., Лукин А.А. Бициклическое созревание самок радужной форели в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) // Вопросы рыболовства. 2022. Т. 23. №3. С. 146-152.
7. Aida K., Dakai K., Nomura M., LowS.W., Hanui J., Tanaka S., Ohto H. (1984). Reproductive activity of a twice-annually spawning strain of rainbow trout // Bull.Jpn. Soc. Sci. Fish. V.50. Pp.1165-1172
8. Billard R. (1992). Reproduction in rainbow trout: sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes // Aquaculture. V.100. N.2. Pp. 263-298.
9. Su G.-S., Liljedahl L.-E., Gall A.E. (1999). Estimates of phenotypic and genetic parameters for within-season date and age at spawning of female rainbow trout // Aquaculture. N.171. Pp.209-220.
10. Bromage N.R., Elliott J.A., Springate J.R.C. and Whitehead C. (1984). The effect of constant photoperiods on the timing of spawning in the rainbow trout // Aquaculture. N.43. Pp. 213-223.
11. Никандров В.Я., Шиндавина Н.И. Создание, совершенствование и поддержание селекционных достижений в племенных хозяйствах. В сб. «Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* W.)». М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2006. С. 110-315.
12. Тутарев Е.Ф., Сергеева Л.С., Линник А.В. Типовая технология разведения и выращивания разных форм радужной форели. М.:1991. 85с.
13. Савостьянова Г.Г., Никандров В.Я. Зависимость некоторых биометрических показателей икры от возраста самок радужной форели // Изв.ГосНИОРХ. 1976. Т.13. С. 3-7.
14. Thorpe J., Miles M. And Keay D. (1984). Development rate, fecundity and egg size in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) // Aquaculture. V.43. Pp.289-306.
15. Springate J.R.S. and Bromage N.R. (1985). Effect of egg size on early growth and survival in rainbow trout (*Salmogairdneri* R.) // Aquaculture. V.47. Pp.163-172.
16. Jónsson B., Svavarsson E. (2000). Connection between egg size and early mortality in arctic charr, *Salvelinus alpinus*// Aquaculture. V. 187: Pp. 315-317. doi:/10.1016/S0044-8486(00)00312-4
17. Leblanc C.A., B.K. Kristjánsson and S. Skúlason (2016). The importance of egg energy density for early size patterns and performance of Arctic charr *Salvelinus alpinus*// Aquaculture Research. 47. Pp. 1100-1111. doi: org/10.1111/are.12566.
18. Novozhenin N.P. (1972). Dependence of the quality of offspring on the age of producers of rainbow trout // Abstract. cand. diss. M. 23 c. (In Russ.)
19. Donaldson L.R. (1970). Selective breeding of salmon fish // Marine aquaculture. Vol.7. No. 4. Pp.147-181.
20. Beecham T.D., Whitler F.K. and Morley R.B. (1985). The effect of egg size on incubation time and the size of chum salmon (*Oncorhinchus keta*) and coho salmon (*Oncorhinchus kisutch*) fry // Can. J. Zool. V.63. N. 4. Pp.847-850.

REFERENCES AND SOURCES

1. Nikandrov V.Ya., Shindavina N.I., Yankovskaya V.A. (2003). Creation of a complex of rainbow trout breeds with a continuous maturation cycle // The material is international. symposium "Hydrogen aquaculture: Strategy in the XXI century". S-Pb. September 8-13, 2003. Pp .222-223. (In Russ.)
2. Shcherbenok Yu.I., Mikhel A.E., Krishtofovich E.N., Verkholtseva A.G. (1982). Fish-breeding and biological characteristics of rainbow trout in connection with different maturation periods of females in the spawning season // Collection of scientific works of VNIIPRH. Issue.33. Pp.147-157. (In Russ.)
3. Drekun D. (1973). Urgo, selection and testing of prognostic material on the Pastramian fish farm "Moracha" // Ribar.Yugosl. T.28. N.4. Pp.83-87.
4. Siitonen L. and Gall G.A.F. (1989). Reaction to the choice of an early spawning date for rainbow trout *Salmogairdneri* // Aquaculture. No.78. Pp.153-161.
5. Sadler S. E., Molkod D., McKay L.K., Moccia R.D. (1992). Selection for early spawning and the repeatability of the spawning date of rainbow trout // Aquaculture. Vol.100. №1-3. Pp.103-118.
6. Shindavina N.I., Zinchenko A.A., Tashbaev D.U., Nikandrov V.Ya., Lukin A.A. (2022). Bicyclic maturation of rainbow trout females in the installation of closed water supply (UZV) // Questions of fishing. Vol. 23. No.3. Pp. 146-152. (In Russ.)
7. Aida K., Dakai K., Nomura M., Lawes.U., Hanui J., Tanaka S., Ohto H. (1984). Reproductive activity of a rainbow trout strain spawning twice a year // Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. Vol.50. Pp.1165-1172
8. Billard R. (1992). Reproduction of rainbow trout: sexual differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes // Aquaculture. Vol. 100. No. 2. Pp. 263-298.
9. Su G.-S., Liljedahl L.-E., Gall A.E. (1999). Estimates of phenotypic and genetic parameters for the intra-seasonal date and spawning age of rainbow trout females // Aquaculture. No. 171. Pp.209-220.
10. Bromage N.R., Elliott J.A., Springate J.R.K. and Whitehead S. (1984). The influence of constant photoperiods on the spawning time of rainbow trout // Aquaculture. No. 43. Pp. 213-223.
11. Nikandrov V.Ya., Shindavina N.I. (2006). Creation, improvement and maintenance of breeding achievements in breeding farms. In the collection of "Iris rocks (*Oncorhynchus mykiss* W.). Moscow: Rosinform Federal State University. Pp. 110-315.
12. Titarev E.F., Sergeeva L.S., Linnik A.V. (1991).Typical technology of breeding and cultivation of different forms of rainbow trout. M. 85c. (In Russ.)
13. Savostyanova G.G., Nikandrov V.Ya. (1976). Dependence of some biometric indicators of caviar on the age of rainbow trout females // Izv.GosNIORH. Vol.13. Pp. 3-7. (In Russ.)
14. Thorpe J., Miles M. and Kay D. (1984). The rate of development, fertility and size of eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) // Aquaculture. Vol.43. Pp.289-306.
15. Springate J.R.S. and Bromage N.R. (1985). The effect of egg size on early growth and survival of rainbow trout (*Salmogairdneri* R.) // Aquaculture. Vol.47. Pp.163-172.
16. Jonsson B., Svavarsson E. (2000). The relationship between egg size and early mortality of Arctic char *Salvelinus alpinus*// Aquaculture. Vol. 187: Pp. 315-317. doi:/10.1016/S0044-8486(00)00312-4
17. Leblanc K.A., B.K. Kristjánsson and S. Skúlason (2016). The importance of egg energy density for the formation of early sizes and productivity of Arctic char *Salvelinus alpinus* // Research in the field of aquaculture. 47. Pp. 1100-1111. doi: org/10.1111/are.12566.
18. Novozhenin N.P. (1972). Dependence of the quality of offspring on the age of producers of rainbow trout // Abstract. cand. diss. M. 23 c. (In Russ.)
19. Donaldson L.R. (1970). Selective breeding of salmon fish // Marine aquaculture. Vol.7. No. 4. Pp.147-181.
20. Beecham T.D., Whitler F.K. and Morley R.B. (1985). The effect of egg size on incubation time and the size of chum salmon (*Oncorhinchus keta*) and coho salmon (*Oncorhinchus kisutch*) fry // Can. J. Zool. V.63. N. 4. Pp.847-850.

Материал поступил в редакцию/ Received 17.10.2023
 Принят к публикации / Accepted for publication 25.10.2023

Результаты генетического анализа племенного ядра сарбоянского карпа

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-141-149 EDN bwmyxw

Морузи Ирина Владимировна – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры, Новосибирский государственный аграрный университет, @moryzi@ngs.ru, Новосибирск, Россия;

Елисеева Елизавета Андреевна – аспирант кафедры биологии, биоресурсов и аквакультуры, Новосибирский государственный аграрный университет, @e.e-2@mail.ru, Новосибирск, Россия;

Разоков Наимджон Насимджонович – аспирант кафедры биологии, биоресурсов и аквакультуры, Новосибирский государственный аграрный университет, @naimchon_1999@mail.ru, Новосибирск, Россия;

Бочкирев Николай Анатольевич – доктор биологических наук, старший научный сотрудник научный сотрудник Научно-исследовательской группы физиологии и генетики гидробионтов, Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук, @Nikson_1960@mail.ru, Новосибирск, Россия;

Пищенко Елена Витальевна – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биологии, биоресурсов и аквакультуры, Новосибирский государственный аграрный университет, @epishenko@ngs.ru, Новосибирск, Россия

Адреса:

1. Новосибирский государственный аграрный университет – 630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

2. Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук – 630091, Новосибирск, Россия, ул. Фрунзе, д. 11

Аннотация.

В работе дана оценка результатов генетического анализа племенного ядра сарбоянского карпа ООО «Экопарк». Анализ был проведен методом ПЦР диагностики по гену COXI. Выявлены преимущественные гаплотипы племенной группы сарбоянского карпа. Анализ медианной сети гаплотипов показал, что рассматриваемые гаплотипы карпа и дикого сазана формируют две гаплогруппы, связанные через 1 гаплотип. Один из гаплотипов, наиболее многочисленный среди них – H1, в него входит до 78% изученного массива рыб. Стадо рыб, взятых для исследования, было изучено по 8 бонитировочным промерам (массе тела, абсолютной длине тела, длине тела без хвостового плавника, наибольшей высоте, ширине и обхвату). Был проведен сравнительный анализ особенностей телосложения рыб самцов и самок, принадлежащих к различным гаплотипам. Внутри гаплогруппы существует половой диморфизм по морфологическим признакам. Самцы от самок достоверно отличаются по массе, толщине и обхвату тела, а также – по соответствующим индексам телосложения. Вторая, наиболее многочисленная гаплогруппа – H16, входящие в нее самки превосходят самцов по массе тела, толщине и обхвату. Сравнение самцов из разных групп h1 и h16 не выявило различие морфологического признаков, те же закономерности установлены по отношению к экстерьеру самок. Филогенетический анализ, проведенный на основе собственных гаплотипов и взятых из международной базы данных NCBI, подтверждает известные сведения о том, что сарбоянский карп представляет собой глубоко гибридную группировку, созданную на основе вводного скрещивания белорусских карпов и амурского сазана.

Ключевые слова:

сарбоянский карп, РЦР диагностика, гаплотипы, индексы телосложения, стандарт породы

Для цитирования:

Морузи И.В., Елисеева Е.А., Разоков Н.Н., Бочкирев Н.А., Пищенко Е.В. Результаты генетического анализа племенного ядра сарбоянского карпа // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 141-149.

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-141-149 EDN bwmyxw

RESULTS OF GENETIC ANALYSIS OF THE BREEDING NUCLEUS OF THE SARBOYAN CARP

Irina V. Moruzi – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biology, Bioresources and Aquaculture, Novosibirsk State Agrarian University, @ moryzi@ngs.ru, Novosibirsk, Russia;

Elizaveta A. Eliseeva – Postgraduate student of the Department of Biology, Bioresources and Aquaculture, Novosibirsk State Agrarian University, @ e.e-2@mail.ru, Novosibirsk, Russia;

Naimjon N. Razokov – Postgraduate student of the Department of Biology, Bioresources and Aquaculture, Novosibirsk State Agrarian University, @ naimchon_1999@mail.ru, Novosibirsk, Russia;

Nikolay A. Bochkarev – Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher, Researcher of the Research Group of Physiology and Genetics of Hydrobionts, Institute of Systematics and Ecology of Animals of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, @ Nikson_1960@mail.ru, Novosibirsk, Russia;

Elena V. Pishchenko – Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Biology, Bioresources and Aquaculture, Novosibirsk State Agrarian University, @ epishenko@ngs.ru, Novosibirsk, Russia

Addresses:

1. Novosibirsk State Agrarian University – 630039, Novosibirsk, Dobrolyubova str., 160

2. Institute of Systematics and Ecology of Animals of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences – 630091, Novosibirsk, Russia, Frunze str., 11

Annotation. The paper evaluates the results of the genetic analysis of the breeding core of sarboyan carp LLC "Eco-Park". The analysis was carried out using PCR diagnostics using the COXI gene. The predominant haplotypes of the breeding group of sarboyan carp have been identified. Analysis of the median network of haplotypes showed that the considered haplotypes of carp and wild carp form two haplogroups connected through 1 haplotype. One of the most numerous haplotypes among them is H1; it includes up to 78% of the studied array of fish. The stock of fish taken for the study was studied according to 8 grading measurements (body weight, absolute body length, body length without caudal fin, greatest height, width and girth). A comparative analysis of the physique features of male and female fish belonging to different haplotypes was carried out. Within the haplogroup there is sexual dimorphism based on morphological characteristics. Males and females differ significantly in weight, thickness and girth of the body, as well as the corresponding body indices. The second most numerous haplogroup is H16, its females exceed males in body weight, thickness and girth. A comparison of males from different groups h1 and h16 did not reveal differences in morphological characteristics; the same patterns were established in relation to the exterior of females. Phylogenetic analysis carried out on the basis of its own haplotypes and haplotypes taken from the international NCBI database confirms the known information that sarboyan carp is a deeply hybrid group created on the basis of introductory crossing of belarusian carp and amur carp.

Keywords:

mitochondrial DNA, cytochrome oxidase I, haplotype, sarboyan carp

For citation:

Moruzi I.V., Eliseeva E.A., Razokov N.N., Bochkarev N.A., Pishchenko E.V. Results of genetic analysis of the breeding nucleus of the Sarboyan carp // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 141-149. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-141-149 EDN bwmyxw

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аквакультура – одна из наиболее скорорастущих сфер сельского хозяйства. Генетическое усовершенствование культивируемых рыб представляет значительную роль в оптимизации, а также в повышении производства продуктов аквакультуры [1].

Карп обычный (*Cyprinus carpio*, L., а также *Cyprinus rubrofuscus*) – единственный из наиболее часто выращиваемых видов рыб в мире. Его производство увеличивается с каждым годом, к примеру, в 2014 г. размер выращивания в мире достиг 4 млн т, а также 145 тыс. т в Европе [2].

Не так давно проведено множество исследований, затрагивающих генетическое усовершенствование карпа [3; 4; 5]. Необходимо отметить исследования по генетическому маркированию карпа [6; 7]. Но большая часть исследований сосредоточена на продуктивных свойствах, таких

как темп роста, а также рыбопродуктивность (высокоурожайность). Вместе с тем, не меньше изучений проведено для исследования генетического фона признаков, связанных с успехом зимовки карпа и влиянием зимовки на продуктивность в дальнейший вегетационный промежуток. Исследователи отмечают, что в условиях резко континентального климата подледный промежуток длится приблизительно 6 месяцев (с ноября до конца апреля), и в последующий вегетационный сезон карп демонстрирует большую скорость увеличения массы и длины тела. Селекционные проекты усовершенствования карповых рыб реализуются не часто, по сравнению с проектами для лососевых видов аквакультуры.

Селекционные программы для данного вида в целом характеризуются формированием разных штаммов, которые применяются с целью исполь-

зования гетерозиса по показателям, связанным со скоростью роста (к примеру, Linhart et al., 2008; Vandeputte, 2003) [8; 9]. Это объясняет по какой причине таким скрещиваниям, при разведении данного вида, уделяется большое внимание. Но изучения, проведенные Wohlfarth et al. (1975) чистыми штаммами, показали, что чистые линии или породы работают приблизительно таким образом, как и кросссы [10].

Значительная доля наблюдаемого гетерозиса, вернее всего, обусловлена тем, что родительские штаммы очень инбредны. Непосредственно скрещивание порождает сокращение инбридинга по показателям продуктивности, а также – по устойчивости к болезням. Но выращивание отдельных линий повышает расходы хозяйств на их содержание. Кроме этого, имеются разнообразные взгляды по данной проблеме, например, скрещивание само по себе никак не представляет интереса в долговременной перспективе, а также по этой причине его необходимо анализировать равно как добавок к чистому разведению, в таком случае имеется подбор, согласно аддитивным генетическим результатам, изнутри родительских штаммов [11]. Brody et al. (1981) с коллегами выявили крупные отличия в росте между семействами полусибсов карпа, и дали оценку доли наследственности роста карпа в размере 0,47, в сравнении с родительским потомством [12]. Совершенно не так давно, Vandeputte et al. (2008) заявили, что существует наследуемость 0,44 между общей массой тела и продуктивностью (урожайностью) [13].

В Российской Федерации ученые, занимающиеся селекцией пород карпа полагают, что спад или стабилизация результативных качеств карпа наступает в седьмом (F7), восьмом (F8) поколении селекции, при этом воздействие инбридинга никак не прослеживается. Это достигается правильным планом селекции в стадах карпа [14].

В Западной Сибири селекционно-племенная деятельность со стадами рыб (карпа и форели) активно проводилась в 60-х годах XX столетия и не прекращается вплоть до нынешнего периода. Именно она ориентирована на формирование пород, хорошо адаптированных к континентальному климату. Карп, точнее его первоначальный вид сазан (*Cyprinus carpio*, L.), считается интродуцентом, завезенным в Западную Сибирь в 1928 году. Цель интродукции – товарное разведение в озерах Западной Сибири, так как в природной ихтиофауне отсутствуют скорорастущие виды рыб. Но существовало весьма большое количество мнений, заключающихся в том, что карп никак не сможет приспособиться к погодным условиям юга Сибири, это связано с продолжительными условиями зимовки (6 месяцев) в водоемах при температуре 0°C. Вследствие 1-ой интродукции под руководством Б.Г. Иоганзена (1928) [15] было перевезено приблизительно 42316 головиков голого, а также зеркального карпа и посажено в оз. Сартлан Новосибирской области. Успеха данная деятельность не имела, однако единичные экземпляры попадались в озере вплоть до 1934 года. Это объясняется некоторыми факторами. Оз. Сартлан время от времени – заморный водоем, зимние

заморы появляются в среднем через 3-5 лет. Водяное равновесие данного водоема сопряжено с аккумуляцией весенних паводковых вод, ко времени прогрева воды до нерестовых температур, поводковые воды успевают сойти и, таким образом, в прибрежной области нет свежезалитой растительности – икрометание делается неосуществимым, так писали Б.Г. Иоганзен, А.Н. Петкевич [16]. В 1932 г. опыт вселения повторяли с целью интродукции. Были взяты галицийские карпы из Молдавии, которые прошли поэтапную акклиматизацию в прудах Средней России, а затем – Предуралья. Карпы были интродуцированы в различные водоемы и пруды Алтайского края [17].

Независимо от неудач, акклиматизация карпа к климатическим условиям Юга Западной Сибири была успешно проведена. В начале 60-х годов XX столетия была активизирована деятельность по развитию рыбоводства в Сибири, которая требовала формирования высокопродуктивных стад карпа. Из пруда колхоза им. Карла Маркса, находящегося в Змеиногорском районе Алтайского края, в 1964 г. было выловлено 46 самок и 74 самца зеркального



Таблица 1. Экстерьер половозрелых самок основного селекционного стада /
Table 1. Exterior of mature females of the main breeding herd

Показатель	Средняя масса тела, г	Абсолютная длина тела, см	Индексы телосложения			Коэффициент упитанности
			прогонистости	широкоспинности	обхвата	
4+						
Х+Sx	3872,00±126,05	59,93±1,12	3,23±0,05	17,96±0,38	78,56±1,17	2,89±0,09
Cv,%	12,61	7,21	5,62	8,16	5,77	12,05
5+						
Х+Sx	5073,08±162,53	65,40±0,71	3,20±0,04	18,89±0,51	81,22±1,10	2,86±0,07
Cv,%	16,34	5,57	5,81	13,84	6,89	11,96
6+						
Х+Sx	5760,53±144,37	69,66±0,65	3,33±0,04	18,42±0,42	79,88±1,11	2,64±0,07
Cv,%	14,24	4,14	5,43	10,32	6,20	11,36
7+						
Х+Sx	6388,89±182,91	73,28±0,79	3,38±0,06	18,18±0,58	78,38±1,5	2,52±0,08
Cv,%	8,59	3,24	5,61	9,58	5,73	9,23
8+						
Х+Sx	7260,00±40,00	75,25±2,40	3,40±0,10	19,59±0,46	78,69±1,82	2,74±0,14
Cv,%	1,23	7,15	6,89	5,24	5,17	11,27
9+						
Х+Sx	8200,00±57,74	79,50±0,29	3,41±0,29	17,28±0,16	78,15±3,54	2,39±0,07
Cv,%	1,22	0,63	14,54	1,62	7,84	4,96

карпа в возрасте 2-3 лет [18]. Они стали начальным стадом при формировании породы алтайский зеркальный карп. Рыбы одичали. Форма их туловища уклонилась к сазаньему типу: уменьшилась высота туловища, а также обхват, возросла прогонистость.

Во время нереста плодовитость на самку 5 лет составила 25,5-75,0 тыс. икринок. Отмечалась значительная вариабельность показателя – 56%. В 1996 г., вследствие селекции, была сформирована порода алтайский зеркальный карп (а.с. №6135) [19]. Вплоть до нынешнего периода идет ее усовершенствование, а также на ее базе продолжают селекцию породного типа. Рыбы данного стада стали базой для селекции карпов, выращиваемых в условиях тепловодного садкового хозяйства, находящегося на ТЭЦ в г. Белово Кемеровской области, они также известны как беловские карпы. В настоящий период селекция в стадах карпа ориентирована на поддержку и повышение продуктивности. Отбор проводится на повышении скорости роста, а также – плодовитости рыб и выживаемости в 1-ых стадиях развития [20].

Цель исследований – изучение генетического разнообразия фрагмента (COX1 mtДНК) на основе морфологического анализа выявленных гаплотипов у рыб племенного ядра сарбоянского карпа, обитающих в ООО «Экопарк» Мошковского района Новосибирской области; изучение экстерьера рыб, входящих в выявленные гаплотипы, на основе изучения митохондриальной ДНК COX1 и установление морфологический различий между ними.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования были самки и самцы сарбоянского карпа рыбоводного хозяйства ООО

«ЭКО-ПАРК» Мошковского района Новосибирской области.

Изучение генетического разнообразия проводили методом полимеразной цепной реакции (ПЦР, PCR) по методу Кэри Мюллис (1983). Полимеразная цепная реакция (ПЦР) – исследовательский метод молекулярной биологии, способ существенного повышения небольших концентраций конкретных частей нуклеиновой кислоты (ДНК) в биологическом использованном материале, в дальнейшем была усовершенствована [21].

Метод секвенирования ДНК был разработан в 1977 году. Он основан на избирании и включении, обрывающих цепь, дидезоксинуклеотидов с помощью ДНК-полимеразы во время репликации ДНК. Методика создана Фредериком Сэнгером и др. в 1977 году [22].

Для осуществления генетического анализа образцы плавниковой ткани карпа были взяты у 75 экземпляров размером 3-4 мм². Материал собирали прижизненно. Фрагмент спинного плавника отрезали и фиксировали в 96% этиловом спирте на местах сбора материала. Общую геномную ДНК выделяли с помощью Chelex 100. Выделенную ДНК хранили при температуре 40С. Амплификацию фрагмента гена COX1 mtДНК проводили в реакционной смеси объемом 20 мкл, с использованием разработанных праймеров 5'-TCAACCAACCACAAAGACATTGGC AC-3' Forward и 5'-TAGACTCTGGGTGGCCAAAGA ATCA-3' Reverse. Полученные продукты проверяли в 1% агарозном геле и очищали посредством PEG6000 с и отмыvkой в 70% этиловом спирте. Секвенирование в прямом и обратном направлении проводили в компании «Евроген» [23].

В итоге были получены последовательности длиной 566 нуклеотидных оснований. Выравнивание последовательностей проводили вручную в программе BioEdit v3.6.3.

Филогенетический анализ последовательностей нуклеотидов проводили с помощью пакета программ MEGA4. Анализ генетической изменчивости и филогенетических связей проводили в программе dnsp5. Кроме собственных сиквенсов использовали сиквенсы из NCBI.

У данных рыб изучали экстерьер по общепринятым методикам. Морфологический анализ был проведен во время осенней бонитировки племенного стада по методике измерений И.Ф. Правдина [24]. Расчеты индексов экстерьера вели по Ф.Г. Мартышеву, оценка племенной ценности самок и самцов проведена согласно инструкции по

бонитировке карпа, разработанной авторами породы [25]. При отборе были выбраны промеры, связанные с направлением селекции – масса рыбы в данном возрасте (Q), абсолютная длина тела (L), длина тела без хвостового плавника (l), наибольшая длина головы (C), наибольшие высота (H), обхват (W) и толщина (B) тела. Были рассчитаны индексы телосложения: прогонистости, как отношение l/H , обхвата – $W/l \times 100\%$, широкоспинности – $B/l \times 100\%$, высокоспинности – $H/l \times 100\%$. Индекс упитанности определяли по формуле Р. Фультона: $Kf = Q \times 100 / L^3$, где Kf – коэффициент упитанности; Q - вес рыбы, г; L - длина рыбы от начала рыла до конца чешуйного покрова, см. Материал обработан статистически по алгоритмам А.Н. Плюхинского (1961), с использованием пакета прикладных программ Microsoft Offis [38].



РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для анализа были взяты рыбы исходного стада, отобранные для восстановления породы сарбоянский карп, обитающие в племерыбхозе ООО «Экопарк» Мошковского района Новосибирской области. Они были представлены особями разного возраста от 4+ до 9+ лет. Оценка фенотипа показала, что отобранные рыбы отличаются от стандарта породы по признакам прогонистости и обхвату на 2-3%. Форма тела самцов стала более низкой и вальковатой. Это связано с отсутствием племенной работы в течение 20 лет.

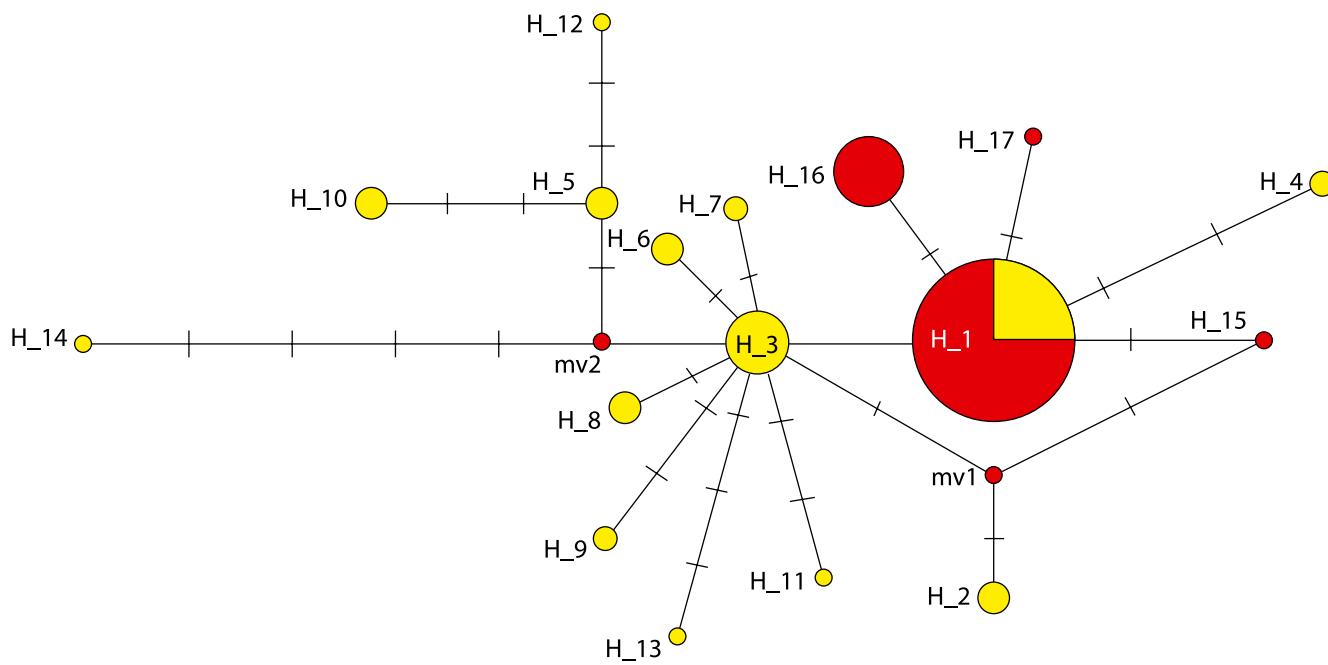
Упитанность рыб, рассчитанная по Фультону, колеблется в пределах от 2,39 до 2,89. Известно, что нормативный показатель упи-

Таблица 2. Экстерьер половозрелых самцов основного селекционного стада /
Table 2. Exterior of mature males of the main breeding herd

Показатель	Средняя масса тела, г	Абсолютная длина тела, см	Индексы телосложения			Коэффициент упитанности
			прогонистости	широкоспинности	обхвата	
Возраст 3+						
Х+Sx	2463,64±89,72	48,41±0,87	3,02±0,05	19,28±0,32	83,52±0,94	3,33±0,08
Cv,%	12,08	5,95	4,98	5,45	3,73	7,88
Возраст 4+						
Х+Sx	3200±200,00	58,00±1,0	3,31±0,06	17,18±1,18	82,8±4,87	2,64±0,24
Cv,%	8,83	2,44	2,95	9,74	8,32	13,09
Возраст 5+						
Х+Sx	4191,66±85,69	62,58±0,84	3,23±0,06	18,25±0,44	80,30±1,09	2,65±0,08
Cv,%	7,08	4,64	6,38	8,26	4,69	10,76
Возраст 6+						
Х+Sx	5111,76±155,51	67,97±0,82	3,32±0,04	18,28±0,18	78,88±0,89	2,56±0,04
Cv,%	12,54	4,98	4,62	4,07	4,63	6,70
Возраст 7+						
Х+Sx	6650,00±350,00	73,75±1,25	3,20±0,01	17,81±2,19	82,62±0,58	2,64±0,23
Cv,%	7,44	2,40	0,11	17,37	1,00	12,45

Таблица 3. Структура стада по гаплотипам / **Table 3.** Herd structure by haplotypes

Гаплотипы	Количество особей	Структура в %
H1	39	78
H15	1	2
H16	9	18
H17	1	2
Всего рыб, шт.	50	100

**Рисунок 1.** Медианная сеть гаплотипов на основе нуклеотидных последовательностей митохондриального гена COX1. Красным выделены гаплотипы сарбоянской породы карпа**Figure 1.** Median haplotype network based on nucleotide sequences of the mitochondrial gene COX1. The haplotypes of the Sarboyan carp breed are highlighted in red

танности для племенных карпов сарбоянской породы равен 2,3-3,0.

От шестилеток к десятилеткам у самок данного стада повышается прогонистость, но понижаются на 8,52% индекс широкоспинности и на 3,8% – индекс обхвата. В связи с этим, с возрастом у рыб увеличивается индекс прогонистости на 6,15%. Обычно в стадах карпа отмечается положительная корреляция между возрастом и увеличением приведенных индексов. В нашем случае эта связь нарушена, и скорее всего это является следствием недостаточного кормления половозрелых рыб, о чем свидетельствует низкая упитанность. При низкой упитанности рыбы вынуждены тратить питательные вещества на генеративный рост половых продуктов в ущерб somatическому.

Средняя масса самцов исходного маточного стада составляет 3136,36 г (табл. 2). У самцов всех возрастных групп упитанность находится в рамках нормативных показателей и колеблется в пределах от 2,56 до 3,33. Наибольший индекс прогонистости отмечен у рыб 5-летнего возраста с показателем 3,31. По индексам широкоспинности и обхвата тела рыбы четырехлетнего возраста превосходят все остальные возрастные группы.

Самцы, как и самки, имеют выраженный сазаний тип телосложения.

Филогенетические отношения, изученные способом построения медианной сети гаплотипов, в основе нуклеотидных последовательностей гена COX1 mtДНК, продемонстрировали, что рассматриваемые гаплотипы карпа и дикого сазана формируют две гаплогруппы, связанные посредством 1-го гаплотипа (рис. 1).

Сарбоянский карп представлен 3-мя гаплотипами, 75% из которых вступают в звездообразную структуру (H1). Другие 25% представлены разными породами карпа и сазана, равно как Евразии, так и Северной Америки. Оставшиеся 3 гаплотипа (H15, 16, 17) карпа сарбоянской породы связаны вместе с основным гаплотипом через одну замену.

Для анализа генетического полиморфизма, по фрагменту (566 bp) гена COX1, были выбраны 73 самки и самца в соотношении 1:2 (табл. 3).

Гаплогруппа H1 является самой большой по количеству рыб и составляет 39 шт. в процентном соотношении 78%. Группы H15 и H17 являются самыми немногочисленными по количеству, в них входят по одной особи или 2%, а в гаплогруппе H16 входят 15 рыб, она занимает 18% общего количества.

Нами была проведена оценка индексов телосложения между наиболее многочисленными группами. Она показала, что по индексам телосложения различия существуют только по индексам длины тела (табл. 4).

Внутри гаплогруппы существует половой диморфизм по экстерьеру самцов от самок. Они достоверно отличаются по массе, толщине и обхвату тела.

В гаплогруппе H16 самцы достоверно пре-восходят самок по массе тела, толщине и длине головы. При этом обхват тела имеет тенденцию к уменьшению у самок (табл. 5).

Сравнение самцов из разных групп H1 и H16 не выявило различий морфологических признаков, те же закономерности установлены по отношению к экстерьеру самок. Различия возникают в большей мере в связи с разной массой самок, т.к. они все выращивались в разных условиях.

При сравнении данных между самками – 22 и самцами – 17 в гаплогруппе H1 выявлена тенденция к увеличению высокоспинности и большеголовости, также как сравнение самцов – 5 особей и самок – 4 особей в гаплогруппе H16 показало, что есть значительное увеличение индексов

по сравнению с группой H1 по большеголовости, высокоспинности и компактности (табл. 6).

Вследствие выделения и обрабатывания образов, выявлено то, что сарбоянская порода карпа с прудов Новосибирской области характеризуется низкими признаками генетического полиморфизма по фрагменту (566 bp) гена COX1. Необходимо выделить значительное нуклеотидное и гаплотипическое многообразие сарбоянского карпа. Это дает возможность утверждать, что при селекционной работе со стадом применяли ряд, отличных на генном уровне, самок разных породных направлений. В сравнении самок между гаплогруппами H1 и H16 выявились тенденции к небольшому увеличению высокоспинности и большеголовости. Между самцами уже другие показатели – имеется тенденция к увеличению высокоспинности, компактности и большеголовости.

Таким образом, карпы в группах H1 и H16, имеющие преимущества в численности, по признакам фенотипа слабо отличаются друг от друга. Они образуют однородные фенотипические группы.

Таблица 4. Средние показатели телосложения рыб в гаплогруппах /

Table 4. Average indicators of the physique of fish in haplogroups

Показатель	масса, г Q	Промеры особей по гаплогруппам				
		абсолютная длина тела, см L	длина головы, см C	высота тела, см H	толщина, см B	обхват, см V
H1	6291,25	68,925	13,425	17,7325	11,1325	46,81
H15	4800	59	11,5	16,5	10	42
H16	5706,41	66,30	12,90	17,81	10,31	46,21
H17	4800	61	11,5	15,5	10	41,5
tdH1 и H16	2,01	1,62	1,30	-0,19	2,43	0,51

Таблица 5. Сравнительный анализ гаплогрупп по морфологическим признакам /

Table 5. Comparative analysis of haplogroups by morphological features

M±m	Экстерьерные показатели рыб в гаплогруппе H1				
	масса, г Q	высота тела, см H	толщина, см B	длина головы, см C	обхват V
Гаплогруппа H1					
самец	5729,41±167,10	17,37±0,26	10,67±0,10	12,94±0,25	45,35±0,63
самка	6686,4±214,3	17,95±0,21	11,43±0,22	13,64±0,35	47,89±0,55
td	3,52	1,74	3,11	1,61	3,04
Гаплогруппа H16					
самец	5780±461,95	18,4±0,53	9,7±0,37	13,4±0,51	46,7±2,32
самка	5325±131,50	17,125±0,315	10,75±0,60	12±0,35	44,75±0,48
td	0,95	2,06	1,49	2,26	-0,82
При сравнении экстерьеров самцов в гаплогруппах H1 и H16 разделить по сравнению					
самец H1	5263,1±614,9	14,55±1,65	9,21±0,96	10,61±1,17	45,35±0,63
самец H16	5780±461,95	18,4±0,53	9,7±0,37	13,4±0,51	46,7±2,32
td	0,68	2,22	0,47	2,18	0,56
При сравнении экстерьеров самок в гаплогруппах H1 и H16					
самка h1	6686,4±214,3	17,95±0,21	11,43±0,22	13,64±0,35	47,89±0,55
самка h16	5325±131,50	17,125±0,315	10,75±0,60	12±0,35	44,75±0,48
td	5,41	2,18	2,98	3,33	4,30

Таблица 6. Сравнение индекса самок и самцов в гаплогруппах H1 и H16 /
Table 6. Comparison of the index of females and males in haplogroups H1 and H16

Показатели	Индексы телосложения				
	прогонистости, I/H	большеголовости, % C/I*100	высокоспинности, % H/I*100	толщины тела, % B/I*100	обхвата (компактности), % V/I*100
Гаплогруппа H1					
самки ♀*	3,38±0,05	22,52±0,37	29,72±0,49	18,92±0,42	79,23±1,17
самцы ♂	3,32±0,76	22,62 ±0,40	30,22 ±0,42	18,58 ±0,21	78,88 ±0,89
td между ♀ и ♂ H1	0,08	0,18	0,77	0,72	0,23
Гаплогруппа H16					
самки ♀	3,21±0,12	22,54±0,38	32,23±1,05	20,24±1,33	84,22±2,43
самцы ♂	3,11±0,01	23,12±0,62	31,78±0,79	16,73±0,43	80,39±1,93
td между ♀ и ♂ H16	0,33	0,80	0,35	2,51	1,23
Сравнение гаплогрупп H1 и H16 между самками:					
самки ♀ H1	3,38±0,05	22,52±0,37	29,72±0,49	18,92±0,42	79,23±1,17
самки ♀ H16	3,11±0,12	22,54±0,38	32,23±1,05	20,24±1,33	84,22±2,43
td между ♀♀ H1 и H16	2,88	0,04	1,87	0,98	1,85
Сравнение гаплогрупп самцами H1 и H16:					
самцы ♂ H1	3,32±0,76	22,62 ±0,40	30,22 ±0,42	18,58 ±0,21	78,88 ±0,89
самцы ♂ H16	3,15±0,07	23,12±0,62	31,78±0,79	16,73±0,43	80,39±1,93
td между ♂♂ H1 и H16	1,63	0,11	1,53	1,19	1,72

*Примечание: ♀ самка; ♂ самец

ВЫВОДЫ

1. На основании изучения генотипа сарбоянского карпа, разводимого в Мошковском районе в хозяйстве ООО «ЭКО-ПАРК», по фрагменту гена COX1 составлена медианная сеть гаплотипов. Она показала, что рассматриваемые гаплотипы карпа и дикого сазана формируют две гаплогруппы, связанные через 1 гаплотип.

2. Выявлены 4 гаплотипа, связанные с основной группой, при этом наибольшая численность особей в гаплотипе H1 равна 39, а в гаплотипе H16 входит 9 экз. рыб. По одной особи входят в H15 и H17.

3. У проанализированных гаплотипов сарбоянского карпа выявлены невысокие показатели генетического полиморфизма. Рыбы, входящие в каждый из гаплотипов, мало отличаются по основным признакам экстерьера друг от друга. При сравнении самцов и самок гаплогрупп H1 и H16 отмечено увеличение у самцов гаплогруппы H16 компактности, высокоспинности, а также большеголовости. У самок зафиксированы те же закономерности.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: Морузи И.В. – идея статьи, корректировка текста ее окончательная проверка, Елисеева Е.А. – подготовка обзора литературы, подготовка статьи, проведение генетических исследований, Разоков Н.Н. – сбор и анализ данных, подготовка статьи, Бочкарев Н.А. – подготовка статьи, проведение генетических исследований, Пищенко Е.В. – сбор данных, анализ, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: Moruzi I.V. – the idea of the article, correction of the text of its final verification, preparation of the article, Eliseeva E.A. – preparation of the

literature review, preparation of the article, genetic research, Razokov N.N. – data collection and analysis, Bochkarev N.A. – preparation of the article, genetic research, Pishchenko E.V. – data collection, analysis, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

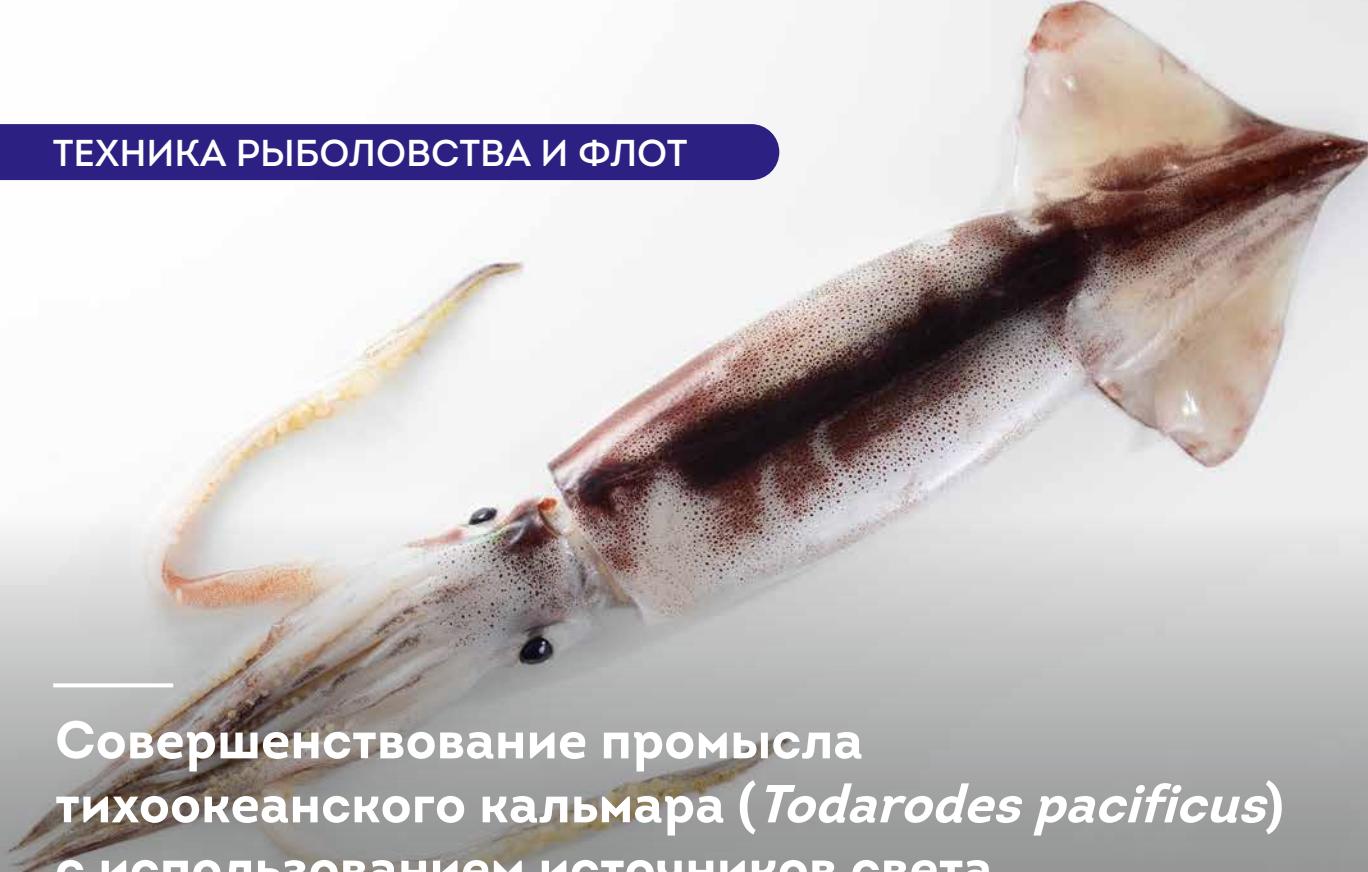
- Gjedrem T, Robinson N, Rye M. (2012) The importance of selective breeding in aquaculture to meet future demands for animal protein: A review. Aquaculture. PP. 350-353: 117-129. doi: 10.1016/j.aquaculture.2012.04.008
- Итоги деятельности федерального агентства по рыболовству в 2021 году. itogi_raboty_rosrybolovstvo_za_2021_god.pdf . (Дата обращения 20 сентября 2023 г.)
- Ninh NH, Ponzoni RW, Nguyen NH, Woolliams JA, Taggart JB, McAndrew BJ, et al. (2011) A comparison of communal and separate rearing of families in selective breeding of common carp (*Cyprinus carpio*): Estimation of genetic parameters. Aquaculture, 2011. Pp. 322-323: 39-46. https://hdl.handle.net/20.500.12348/1173
- Dong Z, Nguyen NH, Zhu W. (2015) Genetic evaluation of a selective breeding program for common carp *Cyprinus carpio* conducted from 2004 to 2014. BMC Genet. P. 16(94). doi: 10.1186/s12863-015-0256-2.
- Bauer C., Schlott G. (2004) Overwintering of farmed common carp (*Cyprinus carpio* L.) in the ponds of a central European aquaculture facility—measurement of activity by radio telemetry. Aquaculture. 241(1-4). Pp. 301-317. doi:10.1016/j.aquacultural.2004.08.010
- Palaiokostas C., Cariou S., Bestin A., Brault J. S., Haffray P., Morin T., et al. (2018). Genome-wide association and genomic prediction of resistance to viral nervous necrosis in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) using RAD sequencing. Genet. Sel. Evol. Pp. 50:30. doi: 10.1186/s12711-018-0401-2'
- Palaiokostas C., Kocour M., Prchal M., and Houston R.D. (2018). Accuracy of genomic evaluations of juvenile growth rate in common carp (*Cyprinus carpio*) using genotyping by sequencing. Front. Genet. 9:82. doi: 10.3389/fgene.2018.00082
- Hulata G. (1995). A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. Aquac. 129. P. 481-491.
- Linhart O. (2008). A proposal and case study towards a conceptual approach of validating sperm competition in common carp (*Cyprinus carpio* L.), with practical implications for hatchery procedures. J. App. Ichthyol., 24. Pp. 406-409.

10. Vandeputte M. (2003). Selective breeding of quantitative traits in the common carp (*Cyprinus carpio*): a review. *Aquat. Living Resour.*, 16. Pp. 399-407.
11. Wohlfarth G., Moav R., Hulata G. (1975). Genetic differences between Chinese and European races of the common carp. II. Multicharacter variation—a response to the diverse methods of fish cultivation in Europe and China. *Hered.*, 34. Pp. 341-350.
12. Gjerde B. (1988). Complete diallel cross between six inbred groups of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquac.* 75. Pp. 71-87.
13. Brody T., Wohlfarth G., Hulata G., Moav R. (1981). Application of electrophoretic genetic markers to fish breeding. IV. Assesment of breeding value of full-sib families. *Aquac.*, 24. Pp. 175-186
14. Vandeputte M., Kocour M., Mauger S., Rodina M., Launay A., Gela D., Dupont-Nivet M., Hulak M., Linhart O. (2008). Genetic variation for growth at one and two summers of age in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): heritability estimates and response to selection. *Aquac.*, 277. Pp. 7-13.
15. Иванова З.А., Морузи И.В., Пищченко Е.В. Алтайский зеркальный карп – новая высокопродуктивная порода прудовых рыб: монография. МСХ РФ. Новосибирск: НГАУ. 2002. 204 с.
16. Иоганцен Б.Г. Рост карпа в Западной Сибири. // Информ. бюлл. ВНИОРХ. 1940. №6.
17. Иоганцен Б.Г., Петкевич А.Н. Акклиматизация рыб в Западной Сибири. Барабинск, отд. ВНИОРХ. 1951. Т. 5. 204 с.
18. Иванова З.А. Карп Западной Сибири. М.: Пищевая промышленность. 1983. 113 с.
19. Иванова З.А., Морузи И.В. Сообщение 1. Рыбоводно-биологическая характеристика алтайского зеркального карпа // Сиб. вестн. с.-х. науки. 1996. №3-4.
20. Морузи И.В., Иванова З.А., Жданова Н.И., Сапунов Л.Я., Бутыров В.И. Селекционное достижение в животноводстве: новая порода прудовых рыб – алтайский зеркальный карп. Авторское свидетельство № 6135, по заявке № 269/82 от 7.05. 1992. Зарегистрирована в гос. реестре Рospатента 23.03.94.
21. Морузи И.В. Система создания и продуктивные качества алтайского зеркального карпа. Новосибирск. 1995. 66 с.
22. Hall T.A. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT // Nucl. Ac. Symp. Ser. V. 41 Pp. 95-98.
23. Librado P., Rozas J. (2009). DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data // Bioinformatics. V. 25 Pp. 1451-1452.
24. Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. (2013). MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Mol Biol Evol.* Dec. 30(12). 2725-9. DOI: 10.1093/molbev/mst197.
25. Прядин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть. 1966. 376 с.
26. Морузи И.В., Законнова Л.И., Пищченко Е.В., Осинцева Л.А., Кропачев Д.В., Барсукова М.А., Селиков А.Г. Эффективность племенной работы со стадами карпа на юге Западной Сибири. // Рыбное хозяйство. 2019. № 1. С. 71-76.
27. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников М.: Колос, 1969. 256 с.
6. Palaiokostas C., Cariou, S., Bestin, A., Bruant, J. S., Haffray, P., Morin, T., et al. (2018). Genome-wide association and genomic prediction of resistance to viral nervous necrosis in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) using RAD sequencing. *Genet. Sel. Evol.* Pp. 50:30. doi: 10.1186/s12711-018-0401-2'.
7. Palaiokostas C., Kocour, M., Prchal, M., and Houston, R. D. (2018). Accuracy of genomic evaluations of juvenile growth rate in common carp (*Cyprinus carpio*) using genotyping by sequencing. *Front. Genet.* 9:82. doi: 10.3389/fgene.2018.00082.
8. Hulata G. (1995). A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. *Aquac.*, 129. Pp. 481-491.
9. Linhart, O (2008). A proposal and case study towards a conceptual approach of validating sperm competition in common carp (*Cyprinus carpio* L.), with practical implications for hatchery procedures. *J. App. Ichthyol.*, 24. Pp. 406-409.
10. Vandeputte M. (2003). Selective breeding of quantitative traits in the common carp (*Cyprinus carpio*): a review. *Aquat. Living Resour.*, 16. Pp. 399-407.
11. Wohlfarth G., Moav R., Hulata G. (1975). Genetic differences between Chinese and European races of the common carp. II. Multicharacter variation—a response to the diverse methods of fish cultivation in Europe and China. *Hered.*, 34. Pp. 341-350.
12. Gjerde B. (1988). Complete diallel cross between six inbred groups of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquac.* 75. Pp. 71-87.
13. Brody T., Wohlfarth G., Hulata G., Moav R. (1981). Application of electrophoretic genetic markers to fish breeding. IV. Assesment of breeding value of full-sib families. *Aquac.*, 24. Pp. 175-186
14. Vandeputte M., Kocour M., Mauger S., Rodina M., Launay A., Gela D., Dupont-Nivet M., Hulak M., Linhart O. (2008). Genetic variation for growth at one and two summers of age in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): heritability estimates and response to selection. *Aquac.*, 277. Pp. 7-13.
15. Ivanova Z.A., Moruzi I.V., Pishchenko E.V. (2002). Altai mirror carp – a new highly productive breed of pond fish: monograph. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Novosibirsk: NGAU. 2002. P. 204. (In Russ.).
16. Johansen B.G. (1940). Carp growth in Western Siberia. // Inform. byull. VNIORH. No.6. (In Russ.).
17. Johansen B.G., Petkovich A.N. (1951). Acclimatization of fish in Western Siberia. Barabinsk, ed. VNIORKH. Vol.5. 204 p. (In Russ.).
18. Ivanova Z.A. (1983) Carp of Western Siberia. M.: Food industry. 1983. 113 p. (In Russ.).
19. Ivanova Z.A., Moruzi I.V. (1996). Message 1. Fish-breeding and biological characteristics of the Altai mirror carp // Sib. vestn. S.-H. nauki. No.3-4. (In Russ.).
20. Moruzi I.V., Ivanova Z.A., Zhdanova N.I., Sapunov L.Ya., Buymov V.I. Breeding achievement in animal husbandry: a new breed of pond fish – Altai mirror carp. Copyright certificate No. 6135, according to application No. 269/82 dated 7.05. 1992. Registered in the state register of Rospatent 23.03.94. (In Russ.).
21. Moruzi I.V. (1995) The system of creation and productive qualities of the Altai mirror carp. Novosibirsk. 1995. 66 p. (In Russ.).
22. Hall T.A. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT // Nucl. Ac. Symp. Ser. V. 41 Pp. 95-98.
23. Librado P., Rozas J. (2009). DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data // Bioinformatics. V. 25 Pp. 1451-1452.
24. Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. (2013). MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Mol Biol Evol.* Dec. 30(12). 2725-9. DOI: 10.1093/molbev/mst197.
25. Прядин И. Ф. Guide to the study of fish. М.: Food industry. 1966. 376 p. (In Russ.).
26. Moruzi I.V., Zakonnova L.I., Pishchenko E.V., Osintseva L.A., Kropachev D.V., Barsukova M.A., Selyukov A.G. Efficiency of breeding work with carp herds in the south of Western Siberia. // Fisheries. 2019. No. 1. Pp. 71-76. (In Russ., abstract in Eng.).
27. Plokhinsky N.A. (1969) Guide to biometrics for animal technicians M.: Kolos. 1969. 256 p. (In Russ.).

REFERENCES AND SOURCES

1. Gjedrem T., Robinson N., Rye M. (2012) The importance of selective breeding in aquaculture to meet future demands for animal protein: A review. *Aquaculture*. PP. 350-353: 117-129. doi:10.1016/j.aquaculture.2012.04.008.
2. The results of the activities of the Federal Agency for Fisheries in 2021. *Itogi_raboty_rosrybolovstvo_za_2021_god.pdf* (Accessed September 20, 2023). (In Russ.).
3. Ninh NH, Ponsoni RW, Nguyen NH, Woolliams JA, Taggart JB, McAndrew BJ, et al. (2011) A comparison of communal and separate rearing of families in selective breeding of common carp (*Cyprinus carpio*): Estimation of genetic parameters. *Aquaculture*, 2011. Pp. 322-323: 39-46. <https://hdl.handle.net/20.500.12348/1173>.
4. Dong Z, Nguyen NH, Zhu W. (2015) Genetic evaluation of a selective breeding program for common carp *Cyprinus carpio* conducted from 2004 to 2014. *BMC Genet.* P. 16(94). doi: 10.1186/s12863-015-0256-2.
5. Bauer C, Schlott G. (2004) Overwintering of farmed common carp (*Cyprinus carpio* L.) in the ponds of a central European aquaculture facility—measurement of activity by radio telemetry. *Aquaculture*. 241(1-4). Pp. 301-317. doi:10.1016/j.aquacultural.2004.08.010.
1. Gjedrem T., Robinson N., Rye M. (2012) The importance of selective breeding in aquaculture to meet future demands for animal protein: A review. *Aquaculture*. PP. 350-353: 117-129. doi:10.1016/j.aquaculture.2012.04.008.
2. The results of the activities of the Federal Agency for Fisheries in 2021. *Itogi_raboty_rosrybolovstvo_za_2021_god.pdf* (Accessed September 20, 2023). (In Russ.).
3. Ninh NH, Ponsoni RW, Nguyen NH, Woolliams JA, Taggart JB, McAndrew BJ, et al. (2011) A comparison of communal and separate rearing of families in selective breeding of common carp (*Cyprinus carpio*): Estimation of genetic parameters. *Aquaculture*, 2011. Pp. 322-323: 39-46. <https://hdl.handle.net/20.500.12348/1173>.
4. Dong Z, Nguyen NH, Zhu W. (2015) Genetic evaluation of a selective breeding program for common carp *Cyprinus carpio* conducted from 2004 to 2014. *BMC Genet.* P. 16(94). doi: 10.1186/s12863-015-0256-2.
5. Bauer C, Schlott G. (2004) Overwintering of farmed common carp (*Cyprinus carpio* L.) in the ponds of a central European aquaculture facility—measurement of activity by radio telemetry. *Aquaculture*. 241(1-4). Pp. 301-317. doi:10.1016/j.aquacultural.2004.08.010.
6. Palaiokostas C., Cariou, S., Bestin, A., Bruant, J. S., Haffray, P., Morin, T., et al. (2018). Genome-wide association and genomic prediction of resistance to viral nervous necrosis in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) using RAD sequencing. *Genet. Sel. Evol.* Pp. 50:30. doi: 10.1186/s12711-018-0401-2'.
7. Palaiokostas C., Kocour, M., Prchal, M., and Houston, R. D. (2018). Accuracy of genomic evaluations of juvenile growth rate in common carp (*Cyprinus carpio*) using genotyping by sequencing. *Front. Genet.* 9:82. doi: 10.3389/fgene.2018.00082.
8. Hulata G. (1995). A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. *Aquac.*, 129. Pp. 481-491.
9. Linhart, O (2008). A proposal and case study towards a conceptual approach of validating sperm competition in common carp (*Cyprinus carpio* L.), with practical implications for hatchery procedures. *J. App. Ichthyol.*, 24. Pp. 406-409.
10. Vandeputte M. (2003). Selective breeding of quantitative traits in the common carp (*Cyprinus carpio*): a review. *Aquat. Living Resour.*, 16. Pp. 399-407.
11. Wohlfarth G., Moav R., Hulata G. (1975). Genetic differences between Chinese and European races of the common carp. II. Multicharacter variation—a response to the diverse methods of fish cultivation in Europe and China. *Hered.*, 34. Pp. 341-350.
12. Gjerde B. (1988). Complete diallel cross between six inbred groups of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquac.* 75. Pp. 71-87.
13. Brody T., Wohlfarth G., Hulata G., Moav R. (1981). Application of electrophoretic genetic markers to fish breeding. IV. Assesment of breeding value of full-sib families. *Aquac.*, 24. Pp. 175-186
14. Vandeputte M., Kocour M., Mauger S., Rodina M., Launay A., Gela D., Dupont-Nivet M., Hulak M., Linhart O. (2008). Genetic variation for growth at one and two summers of age in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): heritability estimates and response to selection. *Aquac.*, 277. Pp. 7-13.
15. Ivanova Z.A., Moruzi I.V., Pishchenko E.V. (2002). Altai mirror carp – a new highly productive breed of pond fish: monograph. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Novosibirsk: NGAU. 2002. P. 204. (In Russ.).
16. Johansen B.G. (1940). Carp growth in Western Siberia. // Inform. byull. VNIORH. No.6. (In Russ.).
17. Johansen B.G., Petkovich A.N. (1951). Acclimatization of fish in Western Siberia. Barabinsk, ed. VNIORKH. Vol.5. 204 p. (In Russ.).
18. Ivanova Z.A. (1983) Carp of Western Siberia. M.: Food industry. 1983. 113 p. (In Russ.).
19. Ivanova Z.A., Moruzi I.V. (1996). Message 1. Fish-breeding and biological characteristics of the Altai mirror carp // Sib. vestn. S.-H. nauki. No.3-4. (In Russ.).
20. Moruzi I.V., Ivanova Z.A., Zhdanova N.I., Sapunov L.Ya., Buymov V.I. Breeding achievement in animal husbandry: a new breed of pond fish – Altai mirror carp. Copyright certificate No. 6135, according to application No. 269/82 dated 7.05. 1992. Registered in the state register of Rospatent 23.03.94. (In Russ.).
21. Moruzi I.V. (1995) The system of creation and productive qualities of the Altai mirror carp. Novosibirsk. 1995. 66 p. (In Russ.).
22. Hall T.A. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT // Nucl. Ac. Symp. Ser. V. 41 Pp. 95-98.
23. Librado P., Rozas J. (2009). DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data // Bioinformatics. V. 25 Pp. 1451-1452.
24. Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. (2013). MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Mol Biol Evol.* Dec. 30(12). 2725-9. DOI: 10.1093/molbev/mst197.
25. Прядин И. Ф. Guide to the study of fish. М.: Food industry. 1966. 376 p. (In Russ.).
26. Moruzi I.V., Zakonnova L.I., Pishchenko E.V., Osintseva L.A., Kropachev D.V., Barsukova M.A., Selyukov A.G. Efficiency of breeding work with carp herds in the south of Western Siberia. // Fisheries. 2019. No. 1. Pp. 71-76. (In Russ., abstract in Eng.).
27. Plokhinsky N.A. (1969) Guide to biometrics for animal technicians M.: Kolos. 1969. 256 p. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 04.09.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 27.10.2023



Совершенствование промысла тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) с использованием источников света

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-150-156 EDN iousia

Баринов Василий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, @barinov.vv@dgtru.ru, Владивосток, Россия;

Научная статья
УДК 639.2

Осипов Евгений Валерьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, @oev@mail.ru, Владивосток, Россия;

Иванко Нина Сергеевна – старший преподаватель кафедры «Промышленное рыболовство», Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, @ivns@mail.ru, Владивосток, Россия;

Грибов Александр Евгеньевич – ведущий специалист ОСГДРиО, ЦКП «Приморский океанариум», ННЦМБ ДВО РАН, @gribov_ae1@primoceann.ru, Владивосток, Россия;

Комков Алексей Сергеевич – аспирант кафедры «Промышленное рыболовство», Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, @kolchin6439@gmail.com, Владивосток, Россия

Адреса:

1. ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет – 690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52

2. ЦКП «Приморский океанариум», ННЦМБ ДВО РАН – 690922, Приморский край г. Владивосток, остров Русский, улица Академика Касьянова, 25

Аннотация.

В работе выявлены факторы, не позволившие практически реализовать эффективный отечественный промысел тихоокеанского кальмара на свет, выработана концепция, позволяющая разрешить задачи этого промысла, с учетом опережения уровня развития современного рыболовства. Выработана концепция совершенствования промысла кальмара на основе работ авторов моделей и предложен новый подход к конструкции светодиодных ламп с выбором диодов (495 нм длиной волны), позволяющих сохранять эффективность добычи на обычных судах как на специализированных кальмароловных, а также регулировать глубину проникновения света при сохранности зоны привлечения кальмара.

Ключевые слова:

тихоокеанский кальмар, свет, концепция управления, светодиодная лампа

Для цитирования:

Баринов В.В., Осипов Е.В., Иванко Н.С., Грибов А.С., Комков А.С. Совершенствование промысла тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) с использованием источниками света // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 150-156. 10.37663/0131-6184-2023-6-150-156 EDN iousia

IMPROVING THE FISHING OF PACIFIC SQUID (*TODARODES PACIFICUS*) USING LIGHT SOURCES

Vasily V. Barinov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, *Far Eastern State Technical Fisheries University*, @ barinov.vv@dgtru.ru , Vladivostok, Russia;

Evgeny V. Osipov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, *Far Eastern State Technical Fisheries University*, @ oe@ mail.ru, Vladivostok, Russia;

Nina S. Ivanko – Senior Lecturer of the Department of Industrial Fishing, *Far Eastern State Technical Fisheries University*, @ ivns@mail.ru, Vladivostok, Russia;

Alexander E. Gribov – leading specialist of OSGDRiO, *Central Research Center "Primorsky Oceanarium", NSCMB FEB RAS*, @ gribov_ae1@primocean.ru , Vladivostok, Russia;

Alexey S. Komkov – Postgraduate student of the Department of Industrial Fisheries, *Far Eastern State Technical Fisheries University*, @ kolchin6439@gmail.com, Vladivostok, Russia

Addresses:

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

2. *The Primorsky Oceanarium Central Research Center, NSCMB FEB RAS* – 690922, Primorsky Krai, Vladivostok, Russian Island, Akademika Kasyanova Street, 25

Annotation. The paper identifies the factors that did not allow the effective domestic fishing of Pacific squid to be practically realized, a concept has been developed that allows solving the tasks of this fishery, taking into account the advance of the level of development of modern fishing. The concept of improving the squid's thinking was developed based on the work of the authors of the models and a new approach to the design of LED lamps with a choice of diodes (495 nm wavelength) was proposed, allowing to maintain the efficiency of extraction on conventional vessels, as on specialized squid fishing vessels, as well as to regulate the depth of light penetration while preserving the squid attraction zone.

Keywords:

Pacific squid, light, control concept, LED lamp

For citation:

Barinov V.V., Osipov E.V., Ivanko N.S., Gribov A.C., Komkov A.S. Improving the fishing of Pacific squid (*Todarodes pacificus*) using light sources // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 150-156. 10.37663/0131-6184-2023-6-150-156 EDN uousia

В настоящее время траловые отечественные уловы тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) составляют более 98% [1-4; 12].

В Японии промысел, в основном, ведется с использованием света и джиггеров, что связано с особенностями распределения кальмара и развития технологий его промысла на свет в экономической зоне Японии. При этом в любом случае промысел кальмара на свет более экономичен по сравнению с траловым, а джиггерный – еще исключительно избирателен. Можно констатировать, что, несмотря на значительные отечественные исследования в области развития промысла кальмара на свет [5-10], существенных достижений в практической реализации не было достигнуто. Поэтому в данной работе, с учетом соответствия современному уровню развития рыболовства, поставлены следующие задачи:

1) выявление факторов, не позволивших практически реализовать промысел кальмара на свет вертикальными ярусами;

2) выработка целей в отношении факторов, не позволивших практически реализовать промысел кальмара на свет вертикальными ярусами;

3) разработка концепции развития управления технологий промысла кальмара на свет, опережающей современный уровень развития рыболовства.

Факторы в рамках первой задачи можно разбить на следующие группы:

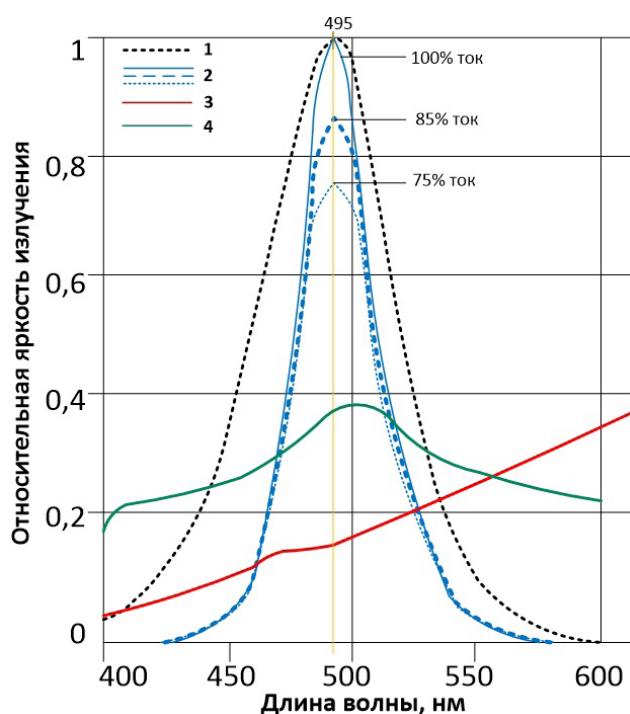
1.1) гидрологические факторы, влияющие на поведение кальмара;

1.2) технологические факторы, связанные с обеспечением необходимого светового оборудования

вания для обеспечения светотени, позволяющей максимизировать уловы кальмара;

1.3) организация промысла кальмара на свет с учетом факторов 1.1 и 1.2.

Группа 1.1. Исследования процессов гидрологии и распределения миграций тихоокеанского кальмара показало, что российская зона Японского моря – наиболее динамичная по распределению скоплений [11], в отличие от экономических зон других государств. Ранее, на основе температурных карт и уловов, глубина обитания кальмара составляла не более 40 м [5, 11], в работе [10], на основе указанных данных, делался вывод, что это позволяет успешно облавливать кальмаров, не позволяя ему уходить на глубину. Однако в работе [11] нами было отмечено, что это наоборот неблагоприятный фактор, поскольку не учитывается суточное питание кальмара, связанное с постоянным нахождением его в зоне тени и заглубление его в дневное время на глубины до 200 м. Если этого не происходит, кальмар очень сильно распределяется по акватории, образуя очень малые косяки, чтобы питаться у дна, заходя в бухты, и при промысле на свет в ночное время возникают трудности с концентрацией кальмара в этой обширной площади для обеспечения необходимого оптимального улова [11]. Поэтому рекомендации [10] для ведения промысла были ошибочные, им следовали и ранее, и история знала много провальных экспедиций, что в дальнейшем не обеспечило развитие этого промысла, и прохладное отношение к нему рыбодобывающих компаний.



1 – спектр относительной чувствительности глаза кальмара [6, 15]; 2 – синий светодиод при разной силе тока [18, 20];
 3 – галогенные лампы; 4 – коэффициент отражения джиггера зеленого цвета [6]

Рисунок 1. Диаграмма спектра света

Figure 1. Diagram of the light spectrum

Группа 1.2. Организация отечественного промысла, как было показано ранее [11; 13], не учитывала особенности распределения кальмара, описанные выше, и на промысел выходили отдельные суда, которые не могли обеспечить, за счет своего светового оборудования, эффективную зону концентрации кальмара, а экспедиции не обеспечивали равномерное распределение судов для эффективной концентрации кальмара, при этом, как показано выше, гидрологический режим в отечественной зоне Японского моря усугублял низкую результативность промысла при слабой организации. Также в то время были недостаточные данные о изменении гидрологии и путей миграций кальмара, что приводило к значительным потерям промыслового времени и повышению затрат на топливо.

По данным японских исследователей, при использовании специально спроектированных судов для промысла кальмара, минимальное количество судов в группе должно быть 8-10 шт. [14]. Два судна в группе ведут мониторинг перемещения основных скоплений кальмара на выявленных путях миграций, корректируя перемещение всей группы, при этом одно судно находится впереди направления перемещения скоплений, осуществляя мониторинг (лов на крючок и направление перемещения скопления), а второе судно находится в конце группы, осуществляя аналогичные действия. При этом приходящая динамическая информация от всех судов в группе позволяет корректировать расстояние между судами и общее

перемещение группы. Надо отметить, что такая группа судов, за счет света, привлекает с площади и объекты питания кальмара. В результате применения такой тактики промысла создается достаточно мощная и стабильная биотехническая промысловая система, обеспечивающая результативность, которая может быть разрушена только стихийными внешними факторами (шторм).

Группа 1.3. На отечественном джиггерном промысле тихоокеанского кальмара всегда использовались обычные рыболовные суда, которые перед промыслом переоборудовались, в то время как в Японии уже более 50 лет используются специализированные суда, у которых конструктивно борт, при виде сверху, имеет форму прямоугольника [6, рис. 13]. Такая конструкция позволяет создавать значительную по протяженности, ровную зону светотени, позволяющую уверенно облавливать кальмара. По такому принципу в СССР было спроектировано и построено судно КЛС типа Голицыно, но по ряду причин, рассмотренных в группах 1.1-1.3 оно не смогло реализовать свой потенциал. Сравнения специализированного судна (Ю. Корея) и переоборудованных судов, как показано в работе [6] позволяет обеспечивать вылов в 10 раз больше, при средней мощности ламп в 10 раз больше, при этом проникновение светового потока для специализированного судна по глубине больше только в 1,8 раза, а площадь концентрации больше в 3,7 раза.

Как правило, при расчете зоны светотени используется борт судна, поэтому, при использовании обычных судов, имеющих обводы, благоприятные для гидродинамики, область светотени имеет изрезанную и часто закрытую с носа и кормы область, что снижает заход кальмаров в эту область.

Следующей важной задачей стал выбор джиггеров – их формы и цвета. Исследования [6; 8] показывают, что цвет джиггера является важным для его восприятия тихоокеанским кальмарам, как объекта питания. Японские исследователи, зная максимальный диапазон воспринимаемого кальмарам спектра светового излучения от 493 до 499 нм (рис. 2), облучили разные типы наживок светом с длиной волны от 400 до 600 нм и фотографировали джиггера с помощью камеры, оснащенной фильтром, аналогом видимости глаза кальмара (рис. 3). Как можно видеть, при излучении светодиодов в сине-зеленом свете длиной волны 500 нм, это позволяет кальмару видеть в указанном диапазоне практически все наживки, однако контрастность зеленых наживок лучше, что согласуется с высокой эффективностью уловов зеленых наживок (в 2 раза по сравнению с синими), приведенными в работе [8], и хорошо согласуется с кривой коэффициента отражения джиггера зеленого цвета [6]. Однако в работе [6, стр. 94-98], где дается теоретическое обоснование выбора цвета наживки, также приводится кривая чувствительности глаз тихоокеанского кальмара в известном максимальном диапазоне и коэффициент отражения джиггера зеленого цвета, который имеет плавный подъем в области мак-

симальной чувствительности глаз кальмара 480-510 нм (рис. 1). Но далее автор [6] обосновывает диапазон 540-560 нм, который практически слабо различим кальмаром (рис. 1) и имеет слабый контраст (рис. 2), как максимум фотолюминесценции, и делает вывод, что этот диапазон совпадает с биолюминесценцией объектов питания, однако в работах по исследованию биолюминесценции [16; 17] показано, что диапазон волн биолюминесценции объектов составляет 440-506 нм на глубинах 1-3500 метров.

Таким образом, ошибки в понимании восприятия кальмарам света, его монохроматического зрения и поведения в зоне светотени не дало возможности отечественному рыболовству четко обосновать выбор цвета ламп и цвета джиггеров, необходимость ровной и протяженной зоны светотени связанной с формой борта судна, что сказалось на низкой эффективности отечественного джиггерного промысла кальмара.

Выработка целей в отношении факторов не позволившим практически реализовать промысел кальмара на свет

Для решения факторов группы 1.1 в работах [11; 13] разработана матрица переходных состояний мигрирующих скоплений кальмара, которая включает информацию по: распределению температуры воды по глубине, данные по распределению флота, добывающего кальмар в районе промысла и на путях миграции, а также матрица может учитывать выловы и прогнозировать движение скоплений. Данная система с ограниченной информацией использовалась для определения движения скоплений при траловом промысле кальмара [2]. Исследования промысла [2] показали увеличение глубины обитания кальмара в российских водах Японского моря до 100-130 м, что связано с повышением температуры воды, при этом кальмар образует плотные большие скопления над возвышенностями, охотясь на анчоуса. Такое поведение характерно для большинства других пелагических гидробионтов. Таким образом, в настоящее время гидрологические условия

для промысла кальмара на свет более благоприятны чем ранее и отчасти совпадают с условиями промысла в японской экономической зоне, где ведется успешный круглосуточный промысел кальмара на свет (с использованием подводных источников света).

Поэтому, исходя из исследований факторов, основная проблема отечественного промысла кальмара на свет заключается в его организации (группа 1.3), которая должна учитывать движение скоплений кальмаров в рамках группы 1.1 по всей рыболовной зоне, централизованно, а также иметь локальную систему управления распределением групп судов для обеспечения эффективного промысла, в рамках создания стабильной биотехнической промысловой системы.

Как показано в группе 1.2. создание стабильной биотехнической промысловой системы возможно при условии наличия специализированных судов, которые обеспечивают ровную и про-

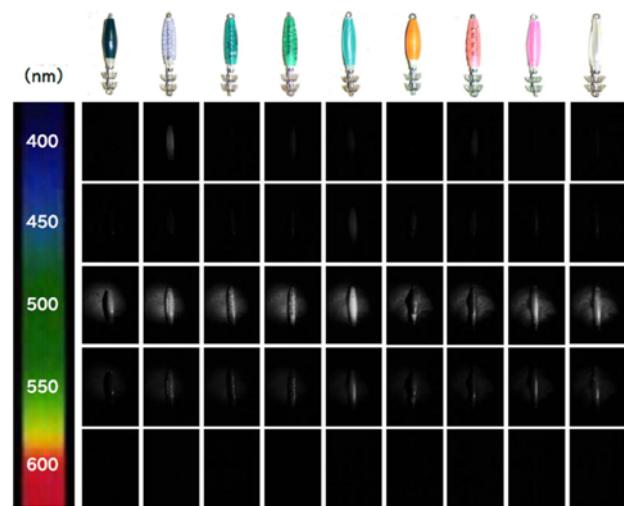
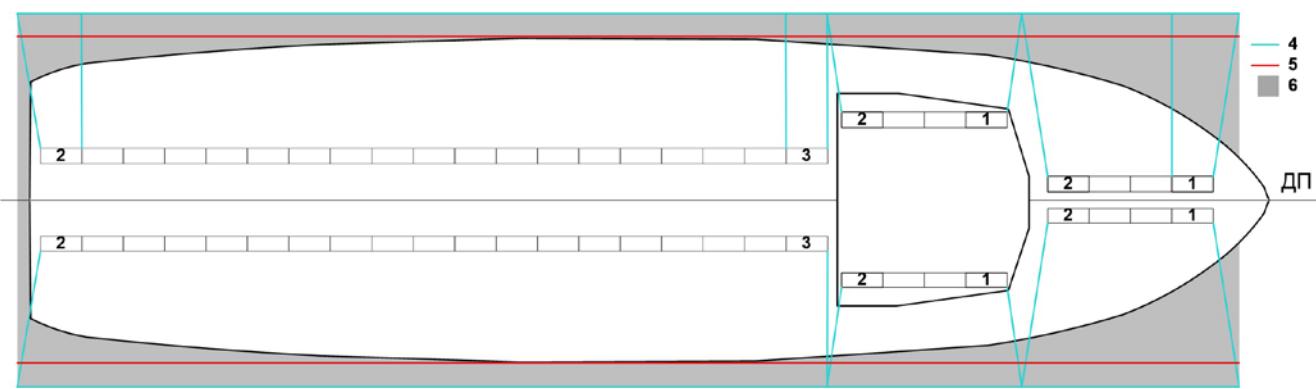


Рисунок 2. Контрастная видимость наживки кальмарам при разной облучаемой длине волны [15]

Figure 2. Contrast visibility of squid bait at different irradiated wavelengths [15]



1 – лампа светодиодная с правым направленным сектором; 2 – лампа светодиодная с левым направленным сектором; 3 – лампа с прямым направленным спектром; 4 – линия входа в воду направленного светового потока; 5 – перпендикуляр к ДП по борту судна; 6 – прямоугольная область светотени судна

Рисунок 3. Схема светового оборудования МРС-225 со светодиодными лампами направленного потока света

Figure 3. Diagram of the MRS-225 lighting equipment with LED directional light flow lamps

тяженную зону светотени, связанную с формой борта судна. Постройка отечественных специализированных судов для промысла кальмара на свет однозначно в ближайшее время не предвидится. Поэтому будут использоваться отечественные суда, для которых необходимо использовать лампы с направленным и управляемым светом, создающие необходимую зону светотени, без необходимости использовать борт судна. Также эффективность промысла будет достигаться за счет увеличения мощности светового потока с одновременным снижением энергетических затрат, за счет применения светодиодных ламп [18; 19].

На основе приведенной выше информации **концепция развития управления технологий промысла кальмара на свет**, опережающей современный уровень развития рыболовства включает:

1. Разработку информационной системы управления промыслом тихоокеанского кальма-

ра для основных районов промысла, на основе предложенных систем [11; 13] и проверенных в работе [2].

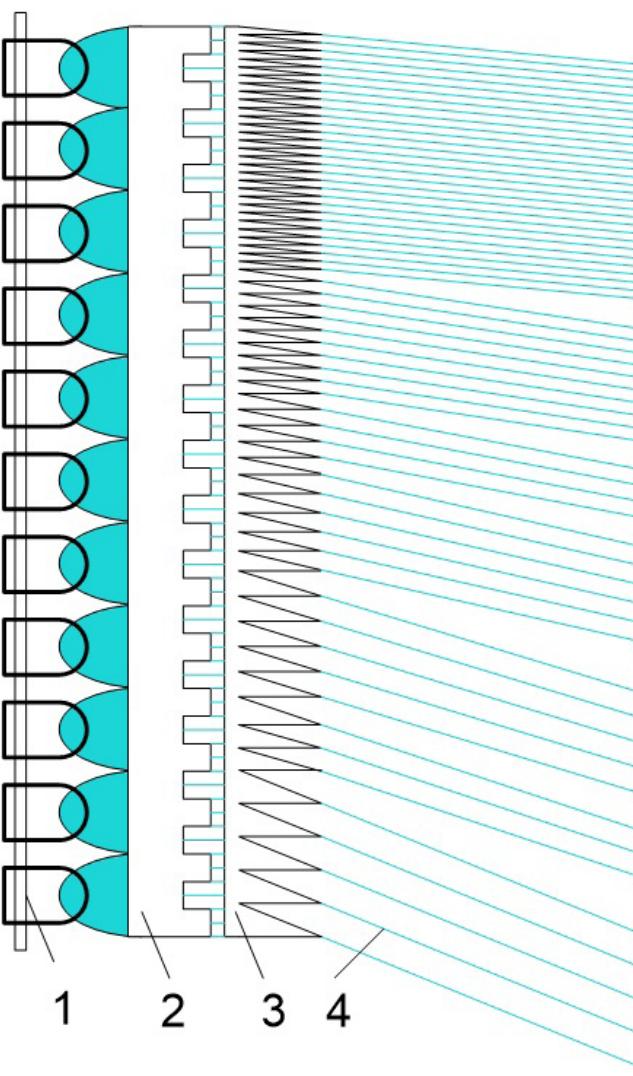
2. Разработка световой управляемой системы для оснащения различных среднетоннажных и малотоннажных рыболовных судов, обеспечивающих эффективную зону светотени и их групповое взаимодействие, в развитии моделей [22]. Также предлагается использование акустических приманок, которые, как показали исследования, позволяют очень эффективно концентрировать с больших расстояний, чем световое поле объектов питания и кальмаров [11; 21; 23].

3. Разработка оптимального светового оснащения для любых типов маломерных и среднетоннажных судов. Ранее в работах [18-20], на примере промысла различных гидробионтов, в том числе и тихоокеанского кальмара (видимого диапазона) с учетом физики океана, определён диапазон излучаемого света с максимальным его проникновением в толщу воды в диапазоне 470-490 нм (синий монохроматический свет), что также соответствует биолюминесценции [16; 17]. Наиболее эффективно в настоящее время излучение света в заданном диапазоне, при использовании светодиодов, в сравнение с другими источниками света (рис. 1), позволяет сократить затраты на электроэнергию в 7-9 раз, что примерно на столько же снижает и топливные расходы [20]. На рисунке 3 показана схема светового оборудования на MPC-225 с использованием светодиодных люстр с направленным потоком света за счет линз Фринеля. Схема такой люстры, которая имеет матрицу светодиодов 1 (рис. 4), позволяет осуществлять управление интенсивностью световым потоком по вертикали, для обеспечения необходимой глубины его распространения, чтобы она не пересекала температурный скачок, затрудняющий движение кальмара в зону светотени судна (рис. 5), где пунктирными линиями показаны границы светового поля, движение кальмара и расположение температурного скачка при большей глубине. При использовании обычных ламп или светодиодных ламп с линзами, при уменьшении интенсивности излучения, уменьшается область привлечения кальмара, при использовании предлагаемой люстры (рис. 5), регулировка в которой осуществляется для каждого ряда светодиодов, где для нижних рядов снижают интенсивность светового излучения, сохраняя интенсивность верхних рядов, что позволяет привлекать кальмаров с максимальной дистанции, облегчая им заход в зону светотени не ограниченную областью температурного скачка.

Таким образом, решение 3 задачи позволяет решать задачу 2, а решение задачи 2 дополняет задачу 1, которая частично позволяет обеспечивать работу и тралового промысла кальмара, как показано в работе [2].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

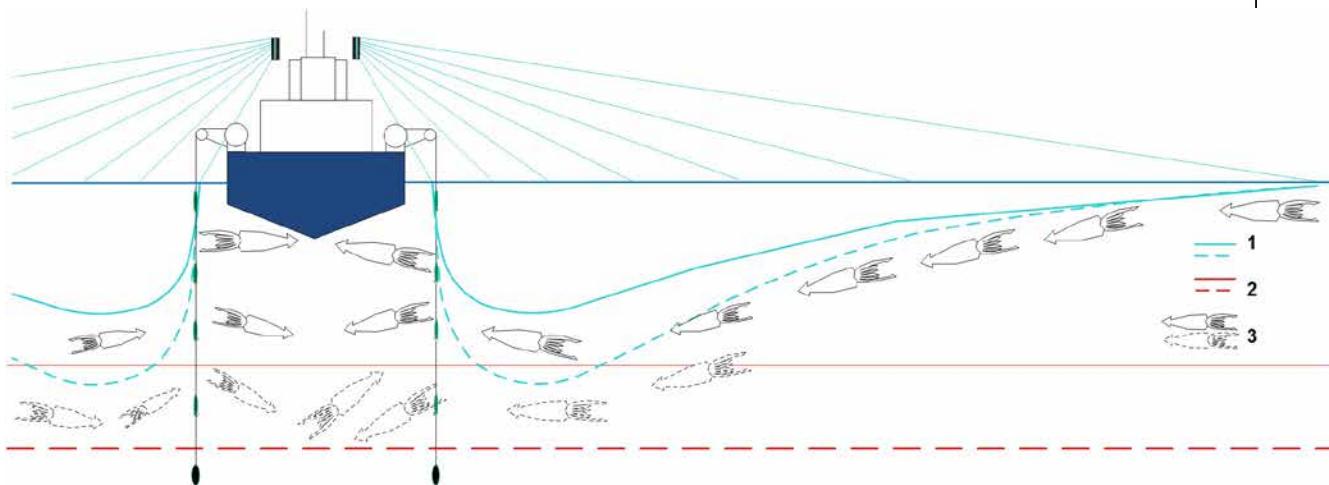
Вклад авторов в работу: Баринов В.В. – идея работы, окончательная проверка статьи; Осипов Е.В. – идея работы, окончательная проверка статьи, подготовка статьи; Иванко Н.С., Грибов А.С., Комков А.С. – сбор и анализ данных.



1 – матрица светодиодов; 2 – линейная линза Фринеля; 3 – изменяющая поток линза Фринеля; 4 – световой поток

Рисунок 4. Схема люстры (вид сбоку) со светодиодной матрицей и двойной линзой Фринеля

Figure 4. Chandelier diagram (side view) with LED matrix and double Fresnel lens



1 – диаграмма распределения света; 2 – линия температурного скачка; 3 – кальмар

Рисунок 5. Схема движения кальмаров при использовании предлагаемой управляемой светодиодной люстры (рис. 4)

Figure 5. Diagram of the movement of squids when using the proposed controlled LED chandelier (Fig. 4)

The authors declare that there is no conflict of interest.

The authors' contribution to the work: **Barinov V.V.** – the idea of the work, the final verification of the article; **Osipov E.V.** – the idea of the work, the final verification of the article, the preparation of the article; **Ivanko N.S., Gribov A.C., Komkov A.S.** – data collection and analysis.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Осипов Е.В., Павлов Г.С. Технология тралевого промысла тихоокеанского кальмара. // Рыбное хозяйство. 2021. № 3. С. 108-111. DOI 10.37663/0131-6184-2021-3-108-111.
2. Осипов Е.В., Павлов Г.С. Исследование процессов промысла Тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в российских водах японского моря // Рыбное хозяйство. 2022. № 3. С. 40-45. DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-40-45.
3. Бойцов А.Н., Лисиенко С.В., Осипов Е.В. [и др.] Совершенствование техники промысла Тихоокеанского кальмара // Рыбное хозяйство. 2022. № 1. С. 92-94. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-92-94. EDN ZBTJBC.
4. Иванко Н.С., Лисиенко С.В. Анализ освоения кальмаров Дальневосточного рыболово-промышленного бассейна в 2017-2021 гг. Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. т. 60, № 2. С. 23-32.
5. Мокрин Н.М. Экология и перспективы промысла тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в Японском море // дис. кан. биол. наук: 03.00.16. Владивосток: ТИНРО-Центр. 2006. 186 с.
6. Полутов А.И. Промысел тихоокеанского кальмара. М.: Агропромиздат. 1985. 144 с.
7. Сидельников И.И. Добыча тихоокеанских рыб и кальмаров на свет. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1981. 136 с.
8. Кручинин О.Н., Мизоркин М.А., Богатков В.Г. Возможные способы повышения эффективности джиггерного лова тихоокеанского кальмара. // Известия ТИНРО. 2006. Т. 146. С. 310-325.
9. Кручинин О.Н. Математические модели некоторых процессов светолова и их практическое применение // Изв. ТИНРО. 2003. Т. 135. С. 334-346.
10. Кручинин О.Н. Возможные способы лова тихоокеанского кальмара в прибрежной зоне Приморья и оценка их эффективности. Сб. науч. трудов. // Известия ТИНРО. 2003. Т.135. С.347-355.
11. Баринов В.В., Осипов В.В. Разработка концепции управления процессами промысла тихоокеанского кальмара. // Рыбное хозяйство. 2018. № 6. С. 48-51.
12. Дуленина П.А., Устинова Е.И., Дуленин А.А. Современное состояние ресурсов тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в северо-западной части Татарского пролива (Японское море). // Известия ТИНРО. 2000. вып. 3. С. 586-604.
13. Баринов В.В., Осипов Е.В., Лисиенко С.В. Совершенствование технологии промысла тихоокеанского кальмара. // Научный журнал «Известия КГТУ». 2016. №43. С. 178-185.
14. Matsushita Y. (2016). Energy audit of small scale squid jigging boats in western Japan // Fisheries Engineering. No. 52. Pp. 189-195.
15. Руководство по использованию светодиодного рыболовного фонаря для ловли кальмара// <http://jamarc.fra'affrc.go.jp/LEDguide2/LEDguide2.htm> (Дата обращения 23.09.2023)
16. Haddock S., Case J. (1999). Bioluminescence spectra of shallow and deep-sea gelatinous zooplankton: ctenophores, medusae and siphonophores. // Marine Biology. No. 133, 571-582 <https://doi.org/10.1007/s002270050497> (Дата обращения 23.09.2023)
17. Nicol JAC (1958) Observations on luminescence in pelagic animals. J mar biol Ass UK 37: 705 ± 752.
18. Бойцов А.Н., Лисиенко С.В., Осипов Е.В., Бойцова Т.М., Наумов Д.Г., Баринов В.В. Совершенствование промысла водных биоресурсов, обладающих положительной реакцией на свет, при использовании синих светодиодов // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2022. № 1 (73). С. 7-15
19. Бойцов А.Н., Лисиенко С.В., Осипов Е.В., Бойцова Т.М., Наумов Д.Г., Баринов В.В. Использование светодиодов синего цвета на промысле гидробионтов в целях повышения эффективности промысла // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 4. С. 74-81. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-4-74-81>. EDN FLFQPS. (Дата обращения 23.09.2023)
20. Бойцов А.Н., Лисиенко С.В., Осипов Е.В., Бойцова Т.М., Наумов Д.Г., Баринов В.В., Комков А.С. Разработка инновационных источников света на основе светодиодов для промысла сайры // Рыбное хозяйство. 2022. № 1. С. 82-85. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-82-85.
21. Баринов В.В. Совершенствование промысла тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) // Рыбное хозяйство. 2014. № 6 С. 69-71.
22. Иванко Н.С., Лисиенко С.В. Особенности математического моделирования сложной индустриальной системы «Промысловая зона» в контексте совершенствования организации и управления добывчей водных биологических ресурсов // Научные труды Дальрыбвтуза. 2019. Т. 50. № 4. С. 31-36.
23. Кузнецов М.Ю., Баринов В.В. Использование звуковых полей для интенсификации джиггерного лова тихоокеанского кальмара. // Рыбпром. 2009. № 3. С. 68-73.

REFERENCES AND SOURCES

1. Osipov E.V., Pavlov G.S. (2021). Technology of trawling fishing of the Pacific cal-mar. // Fisheries. No. 3. Pp. 108-111. DOI 10.37663/0131-6184-2021-3-108-111. (In Russ., abstract in Eng.).



2. Osipov E.V., Pavlov G.S. (2022). Investigation of fishing processes of Pacific squid *Todarodes pacificus* in the Russian waters of the Sea of Japan // Fisheries. No. 3. Pp. 40-45. DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-40-45. (In Russ., abstract in Eng.).
3. Boitsov A.N., Lisienko S.V., Osipov E.V. [et al.] (2022). Improving the technique of Pacific squid fishing // Fisheries. No. 1. Pp. 92-94. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-92-94. EDN ZBTJBC. (In Russ.).
4. Ivanko N.S., Lisienko S.V. (2022). Analysis of squid development in the Far Eastern fishing basin in 2017-2021. Scientific works of Dalrybtuz. Vol. 60, No. 2. Pp. 23-32. (In Russ.).
5. Mokrin N.M. (2006). Ecology and prospects of fishing for Pacific squid *Todarodes pacificus* in the Sea of Japan // dis. kand. biol. sciences: 03.00.16. Vladivostok: TINRO-Center. 186 p. (In Russ.).
6. Polutov A.I. (1985). Pacific squid fishery. M.: Agropromizdat. 144 p. (In Russ.).
7. Sidelnikov I.I. (1981). Extraction of Pacific fish and squid into the light. M.: Light and food industry. 136 p. (In Russ.).
8. Kruchinin O.N., Mizyurkin M.A., Bogatkov V.G. (2006). Possible ways to increase the efficiency of jigger fishing of Pacific squid. // Izvestiya TINRO. Vol. 146. Pp. 310-325. (In Russ.).
9. Kruchinin O.N. (2003). Mathematical models of some Svetolov processes and their practical application // Izv. TINRO. Vol. 135. Pp. 334-346. (In Russ.).
10. Kruchinin O.N. (2003). Possible methods of Pacific squid fishing in the coastal zone of Primorye and assessment of their effectiveness. Collection of scientific papers. // News of TINRO. Vol.135. Pp. 347-355. (In Russ.).
11. Barinov V.V., Osipov V.V. (2018). Development of the concept of management of the processes of the Pacific squid. // Fisheries. No. 6. Pp. 48-51. (In Russ., abstract in Eng.).
12. Dulenina P.A., Ustinova E.I., Dulenin A.A. (2000). The current state of resources of the Pacific squid *Todarodes pacificus* in the northwestern part of the Tatar Strait (Sea of Japan). // Izvestia TINRO. Issue. 3. Pp. 586-604. (In Russ.).
13. Barinov V.V., Osipov E.V., Lisienko S.V. (2016). Improving the technology of Pacific squid production. // Scientific journal "Izvestiya KSTU". No.43. Pp. 178-185. (In Russ.).
14. Matsushita Y. (2016). Energy audit of small scale squid jigging boats in western Japan // Fisheries Engineering. No. 52. Pp. 189-195.
15. Guide to using an LED fishing lantern for catching squid// <http://jamarc.fra.affrc.go.jp/LEDguide2/LEDguide2.htm> (Accessed 23.09.2023)
16. Haddock S., Case J. (1999). Bioluminescence spectra of shallow and deep-sea gelatinous zooplankton: ctenophores, medusae and siphonophores. // Marine Biology. No. 133, 571-582 <https://doi.org/10.1007/s002270050497> (Accessed 23.09.2023)
17. Nicol JAC (1958) Observations on luminescence in pelagic animals. J mar biol Ass UK 37: 705±752.
18. Boitsov A.N., Lisienko S.V., Osipov E.V., Boitsova T.M., Naumov D.G., Barinov V.V. (2022). Improving the fishing of aquatic biological resources with a positive reaction to light when using blue LEDs // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. № 1 (73). Pp. 7-15. (In Russ.).
19. Boitsov A.N., Lisienko S.V., Osipov E.V., Boitsova T.M., Naumov D.G., Barinov V.V. (2022). The use of blue LEDs in the hydrobiont fishery in order to increase the efficiency of fishing // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. No. 4. Pp. 74-81. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-4-74-81>. EDN FLFQPS. (Accessed 23.09.2023). (In Russ.).
20. Boitsov A.N., Lisienko S.V., Osipov E.V., Boitsova T.M., Naumov D.G., Barinov V.V., Komkov A.S. (2022). Development of innovative light sources based on LEDs for saury // Fisheries. No. 1. Pp. 82-85. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-82-85. (In Russ., abstract in Eng.).
21. Barinov V.V. (2014). Improvement of the Pacific squid fishery (*Todarodes pacificus*) // Fisheries. No. 6. Pp. 69-71. (In Russ., abstract in Eng.).
22. Ivanko N.S., Lisienko S.V. (2019). Features of mathematical modeling of a complex industrial system "Fishing zone" in the context of improving the organization and management of extraction of aquatic biological resources // Scientific works of Dalrybtuz. Vol. 50. No. 4. Pp. 31-36. (In Russ.).
23. Kuznetsov M.Yu., Barinov V.V. (2009). Use of sound fields for intensification of jigger fishing of Pacific squid. // Rybprom. No. 3. Pp. 68-73. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию / Received 19.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 29.10.2023