

# RYBNOE HOZYAJSTVO (FISHERIES)

No 03/2022

Scientific and commercial  
journal of the Federal Agency  
for Fisheries

Founded in 1920.

Six issues per year.



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

#### CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD

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

#### DEPUTY CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD

**Kolonchin K.V.** – Candidate 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

**Bekyashev K.A.** – Doctor of Law, Professor, Advisor to the Head of Rosrybolovstvo

**Bubunets E.V.** – Doctor of Agricultural Sciences, FSBI "TSUREN"

**Grigoriev O.V.** – Doctor of Technical Sciences, FSBI "Marine Rescue Service", First Deputy Head

**Dvoryaninova 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.P.** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Honorary Worker of Fisheries, KSTU

**Mercel Jorg-Thomas** – Doctor of Technical Sciences, Professor at the Research Laboratory (UBF GmbH), Altdandsberg, Germany

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

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

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

**M.M. Rosenstein** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of KSTU

**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, Professor, Head of TSUREN

**Chernyshkov P.P.** – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department of Ocean Geography

**Institute of Living Systems of the Baltic Federal University named after Immanuel Kant**

## MARITIME POLICY

- 4 Zilanov V.K.**  
Fisheries of neighboring Norway

## FISHERIES EDUCATION

- 7 Kim I.N., Komin A.E., Ivus O.N.** Formation of engineering competencies for Industry 4.0 personnel

## ECONOMICS AND BUSINESS

- 13 Vasiliev A.M., Lisunova E.A.**  
Research on the efficiency of fishing in the Western Arctic
- 19 Evenko A.A., Vasiliev A.M.**  
Coastal fishing in the Arctic region: proposals for reorganization

## LEGAL ISSUES

- 23 Bekyashev D.K., Galstyan G.G.**  
Prospects of international legal regulation of scientific research of aquatic biological resources in the Caspian Sea

## CONGRATULATIONS!

- 27 Izmailov Vladimir Abdurmanovich** is 80 years old!

## BIOLOGICAL RESOURCES AND FISHERIES

- 29 Grigoriev V.G., Metelev E.A., Abaev A.D., Smirnov A.A.**  
The angle-tailed shrimp *Pandalus goniurus* is a promising fishing object in the northern part of the Sea of Okhotsk
- 34 Mokerova I.V., Chechurina M.N., Agapova E.P.** Development of innovative infrastructure of individual fishing
- 40 Osipov E.V., Pavlov G.S.**  
Investigation of fishing processes of Pacific squid *Todarodes pacificus* in the Russian waters of the Sea of Japan
- 46 Gutsulyak S.A., Pomogaeva T.V.**  
Influence of hydrological and hydrochemical regimes on species diversity and biological parameters of goby fish of the western part of the Northern Caspian

## AQUACULTURE

- 52 Fish farms for aquaculture**
- 54 Mezenova O.Ya., Pyanov D.S., Agafonova S.V.,**

**Romanenko N. Yu., Volkov V.V., Kalinina N.S.**  
Application of hydrolysis products of sprat waste when feeding the European whitefish *Coregonus lavaretus* in aquaculture

- 62 Kurapova T.M., Savina L.V., Lopukhin D.G.** Features of the disclosure of growth and adaptogenic potency in two- and three-year-olds of herbivorous fish in the conditions of the Kaliningrad region

## FISHING EQUIPMENT AND FLEET

- 66 Matkovsky A.K.**  
One of the effective ways to determine the catch coefficients of fry seines
- 73 Gaidenok N.D.** Nonlinear physics in fleet practice – energy recovery at standstill. *Part 3*
- 79 Peleshenko V.A.** Automated trawl complex management system
- 90 Savchenko A.E., Mizyurkin M.A., Shabelsky D.L., Wacker N.L., Volotov V.M.** Dynamics of changes in linear characteristics of ropes during their storage under various conditions

## TECHNOLOGY

- 97 Spassky A.A., Spassky I.A.**  
Highly efficient technologies used in the refrigeration processing of fish products
- 99 Vasyukova A.T., Krivoshonok K.V., Vedenyapina M.D., Kuznetsov V.V., Tverdokhleb B.S.** Formation of the taste of combined minced fish in the process of culinary processing
- 104 Nikiforova A.P., Khamagaeva I.S.** Microbiological parameters of the fermented product from baikal omul *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775), made with the use of lactic acid bacteria
- 109 Pivnenko T.N., Pozdnyakova Yu.M., Kraschenko V.V., Esipenko R.M., Mikheev E.V.**  
Study of the quality of muscle tissue of the black macrurus (grenadier) *Coryphaenoides acrolepis* during processing

№ 03/2022

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 рыбохозяйственной 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. – кандидат экономических наук, директор Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)

**СЕКРЕТАРЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА**

Филиппова С. Г. – главный редактор журнала «Рыбное хозяйство»

**ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА**

Андреев М.П. – доктор технических наук ФГБОУ ВО «КГТУ»,

Профессор кафедры технологии продуктов питания

Багров А.М. – член-корреспондент РАН, доктор

биологических наук, профессор

Бекяшев К.А. – доктор юридических наук, профессор,

советник руководителя Росрыболовства

Бубунец Э.В. – доктор сельскохозяйственных наук,

ФГБУ «ЦУРЭН».

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 управление качеством и технологии

водных биоресурсов

Жигин А.В. – доктор сельскохозяйственных наук, ФГБУ

«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 «Севернба»

Кокорев Ю.И. – кандидат экономических наук,

Дмитровский рыбохозяйственный технологический

Институт ФГБОУ ВО «АГТУ» Профессор кафедры

гуманитарно-экономические дисциплины

Мезенова О.П. – доктор технических наук, профессор,

почетный работник рыбного хозяйства, ФГБОУ ВО «КГТУ»

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

Остроумов 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

Розенштейн М.М. – доктор технических наук, профессор,

заведующий лабораторией ФГБОУ ВО «КГТУ»

Серветник Г.Е. – доктор сельскохозяйственных наук,

старший научный сотрудник лаборатории проблем

воспроизводства и биосинергетики, Всероссийский

научно-исследовательский институт интегрированного

рыбодовства – 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)

Харенко Е.Н. – доктор технических наук, заместитель

директора по научной работе ФГБНУ «ВНИРО»

Хатунцов А.В. – кандидат экономических наук,

профессор, начальник ЦУРЭН

Чернышков П.П. – доктор географических наук,

профессор, кафедра географии океана

Института живых систем Балтийского федерального

университет им. Иммануила Канта

НАД ВЫПУСКОМ РАБОТАЛИ:

Главный редактор: Филиппова С.Г.

Редактор: Бобырев П.А.

Менеджер по рекламе: Маркова Д.Г.

Дизайн и верстка: Козина М.Д.

**МОРСКАЯ ПОЛИТИКА**

4 Зиланов В.К. Рыбное хозяйство соседней Норвегии

**РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

7 Ким И.Н., Комин А.Э., Ивус О.Н.

Формирование инженерных компетенций  
для кадров индустрии 4.0

**ЭКОНОМИКА И БИЗНЕС**

13 Васильев А.М., Лисунова Е.А.

Исследование эффективности рыболовства в Западной Арктике

19 Евенко А.А., Васильев А.М. Прибрежное рыболовство

Арктического региона: предложения по реорганизации

**ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ**

23 Бекяшев Д.К., Галстян Г.Г. Перспективы международно-правового

регулирования проведения научных исследований водных  
биологических ресурсов в Каспийском море

**ПОЗДРАВЛЯЕМ!**

27 Измайлову Владимиру Абдурмановичу – 80 лет!

**БИОРЕСУРСЫ И ПРОМЫСЕЛ**

29 Григоров В.Г., Метелёв Е.А., Абаев А.Д., Смирнов А.А.

Креветка углохвостая *Pandalus goniurus* – перспективный  
промысловый объект в северной части Охотского моря

34 Мокерова И.В., Чечурина М.Н., Агапова Е.П.

Разработка инновационной инфраструктуры  
индивидуального рыбного промысла

40 Осипов Е.В., Павлов Г.С. Исследование процессов промысла

тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в российских  
водах Японского моря

46 Гуцуляк С.А., Помогаева Т.В. Влияние гидрологического

и гидрохимического режимов на видовое разнообразие  
и биологические параметры бычковых рыб западной части  
Северного Каспия

**АКВАКУЛЬТУРА И ВОСПРОИЗВОДСТВО**

52 Рыбные фермы для аквакультуры

54 Мезенова О.Я., Пьянов Д.С., Агафонова С.В., Романенко Н.Ю.,

Волков В.В., Калинина Н.С. Применение продуктов гидролиза  
шпротных отходов при кормлении европейского сига *Coregonus*  
*lavaretus* в аквакультуре

- 62** Курапова Т.М., Савина Л.В., Лопухин Д.Г.  
Особенности раскрытия ростовой и адаптогенной потенции у двух- и трехлеток растительноядных рыб в условиях Калининградской области

#### ТЕХНИКА РЫБОЛОВСТВА И ФЛОТ

- 66** Матковский А.К. Один из эффективных способов определения коэффициентов уловистости мальковых неводов



- 73** Гайденок Н.Д. Нелинейная физика в практике флота – рекуперация энергии при остановке. Часть 3
- 79** Пелешенко В.А. Автоматизированная система управления траловым комплексом
- 90** Савченко А.Е., Мизюркин М.А., Шабельский Д.Л., Ваккер Н.Л., Волотов В.М. Динамика изменения линейных характеристик канатов в процессе их хранения в различных условиях

#### ТЕХНОЛОГИЯ

- 97** Спасский А.А., Спасский И.А.  
Высокоэффективные технологии, используемые в холодильной обработке рыбной продукции
- 99** Васюкова А.Т., Кривошонок К.В., Веденяпина М.Д., Кузнецов В.В., Твердохлеб Б.С. Формирование вкуса комбинированных рыбных фаршей в процессе кулинарной обработки
- 104** Никифорова А.П., Хамагаева И.С.  
Изучение микробиологических показателей ферментированного продукта из байкальского омуля *Coregonus Migratorius* (Georgi, 1775), изготовленного с применением молочнокислых бактерий
- 109** Пивненко Т.Н., Позднякова Ю.М., Кращенко В.В., Есипенко Р.М., Михеев Е.В. Исследование качества мышечной ткани черного макруруса (гренадера) *Coryphaenoides acrolepis* в процессе переработки

#### Уважаемые авторы!

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

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

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

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

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

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

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

**Свидетельство о регистрации:**

ПИ № ФС77-48529 от 13.02.2012

**Цена** – свободная

**Тираж** – от 500 экз.

**Подписной индекс журнала:** 73343, 11116

**Подписано в печать:** 15.06.2022. 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](mailto:filippova@fisheriesjournal.ru); [rh-1920@mail.ru](mailto:rh-1920@mail.ru)

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

© ФГБУ «ЦУРЭН», 2016

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

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Полиграфическая компания «ЭксПресс» Юр. адрес: 603104, Н.Новгород, ул. Медицинская, д.26, помещение 1, тел.: 8 (831) 278-61-61.

## Рыбное хозяйство соседней Норвегии

Кандидат биологических наук, профессор **В.К. Зиланов** – Почетный доктор Мурманского государственного технического университета, академик МАНЭБ, член Научно-экспертного совета Морской коллегии при Правительстве РФ

@ vkzilan@mail.ru

### FISHERIES OF NEIGHBORING NORWAY

Candidate of Biological Sciences, Professor **V.K. Zilanov** – Honorary Doctor of the Murmansk State Technical University, Academician of MANEB, member of the Scientific and Expert Council of the Maritime Board under the Government of the Russian Federation

Публикация в прошлом – более 20 лет назад – в газете «Тихоокеанский вестник» моей статьи **«Рыбное хозяйство соседней Норвегии: изучаем опыт»** привлекла внимание не только северян, дальневосточников, но и специалистов-рыбников из других зарубежных стран. Эта статья во многом способствовала не только изучению рыбного хозяйства Норвегии, ряда интересных фактов и суждений, но и побудила установить с норвежскими специалистами рыбной отрасли полезные контакты, переросшие в конкретное сотрудничество.

Справедливости ради сознаюсь, что в промежутки этого двадцатилетия норвежская рыбная тематика плотно «держала» меня в своих объятиях. Хотелось, чтобы с достижениями рыбного хозяйства Норвегии, в условиях рыночной экономики, внимательно ознакомились, прежде всего, наши, сменяющие друг друга, руководители. В этих целях и были изданы три сборника со-

вместно с моими коллегами Г.И. Лукой, В.М. Борисовым, А.В. Зеленцовым:

- в 2008 году «Рыбная промышленность Норвегии в XXI веке: от морского рыболовства к марикультуре (Изд-во ВНИРО, 313 с.)»;
- в 2009 году «Аквакультура Норвегии (Изд-во ПИНРО, 187 с.)»;
- в 2017 году «Рыбное хозяйство Норвегии (Изд-во ВНИРО, 296 с.)».

Специалисты, ученые, практики-рыбники обратили внимание на эти исследования. Однако, судя по принимаемым ошибочным решениям в российской рыбной отрасли, у её руководителей они остались, к сожалению, не востребованы. Хотя мною лично эти издания, в своё время, были им переданы и приняты с благодарностью.

Безусловно, специалисты, интересующиеся рыбным хозяйством Норвегии, могут воспользоваться этими работами, которые не потеряли своей актуаль-

ности и в настоящее время, имеются в библиотеках бассейновых НИИ рыбного хозяйства, включая головной институт – ВНИРО.

Тем не менее, с учетом последних публикаций статистических сведений по рыбному хозяйству Норвегии, полагаю, будет представлять интерес краткое ознакомление с основными достижениями норвежской рыбной отрасли за прошедший двадцатилетний период и те задачи, которые, по мнению руководителей отрасли и рыбацких объединений Норвегии, предстоит решать до середины XXI века.

Упоминание, наряду с «руководителями рыбной отрасли», ещё и «рыбацких объединений» не случайно. Дело в том, что традиционно, да и по законодательству Норвегии, ни одно властное решение, затрагивающее основы рыбной отрасли, не могут быть приняты без согласия и одобрения объединений рыбаков и рыбопромышленников. В этом, по моему мнению, и заложены успехи отрасли, несмотря на меняющиеся условия в мировом рыболовстве, под воздействием различных факторов.

**Норвегия** расположена на Северо-Западе Европы обладает изрезанной многочисленными фьордами, заливами, морской береговой линией, что способствует её значительной протяженности – около 29 тыс. км<sup>2</sup>. Кроме континентальной территории, Норвегии принадлежит, на условиях Договора о Шпицбергене 1920 года, архипелаг Шпицберген с прилегающими островами, включая такие как Медвежий и Надежды в Баренцевом море, а также остров Ян-Майна в Гренландском море. Норвегия заявила, в своё время, притязания и на владение ею так называемых «зависимых территорий»: в южной части Атлантического океана это остров Буве, в Южном океане вблизи Антарктиды – остров Петра Первого, и на самом материке Антарктида – Земли Королевы Мод.

На большинстве своих территорий Норвегия ввела 200-мильные зоны, дав им разные наименования с соответствующим режимом рыболовства. Так, вдоль континентальной Норвегии введена **200-мильная исключительная экономическая зона (ИИЗ)**, вокруг архипелага Шпицберген – **200-мильная рыбоохранная зона (ШРЗ, которую России не признаёт)**, вокруг острова Ян-Майен – **200-мильная рыболовная зона (ЯРЗ)**. Введена 200-мильная зона и вокруг острова Буве.

Общая площадь всех объявленных и контролируемых Норвегией 200-мильных зон составляет около 2,3 млн кв<sup>2</sup>, что почти в 6 раз превышает площадь самой Норвегии. Эти морские пространства, расположенные в различных климатических зонах, обладают значительной биологической продуктивностью с широким набором запасов морских живых ресурсов и водорослей. Сама природа предопределила Норвегию к развитию рыболовства, марикультуры, рыбопереработки и в целом – к формированию рыбного хозяйства, как одной из основ жизнедеятельности, населяющего её, народа.

Основу сырьевой базы рыбного хозяйства Норвегии составляют три основных компонента:

**Первый** – морские живые ресурсы и водоросли, широко распространенные вдоль побережий и в 200-мильных зонах в Баренцевом, Норвежском, Гренландском и Северном морях. Наибольшее значение для норвежского рыболовства имеют такие виды как треска, пикша, сайда, путассу, окуни, палтус, сельдь, скумбрия, мойва, ракообразные и целый ряд других объектов промысла. Ведет Норвегия и промысел криля в водах, прилегающих к Антарктиде.

На протяжении последнего 20-летнего периода морской вылов норвежских рыбаков колебался, в зависимости от состояния запасов и выделяемых квот, от 2,4 до 2,8 млн т (см. табл.). Стабильность вылова во многом определяется научно обоснованным подходом к определению объёмов возможного вылова. Последнее достигается, прежде всего, в тесном сотрудничестве по данному направлению с соседними с Норвегией государствами и, прежде всего, с Россией в рамках Смешанной российско-норвежской комиссии по рыболовству (СРНК). При этом обе стороны учитывают, что многие рыбные запасы Баренцева, Норвежского и Гренландского морей являются общими объектами промысла рыбаков двух соседних стран, а их распространение в течение жизненного цикла проходит как в норвежской, так и в российской ИЭЗ.

Норвегия планирует и далее вести устойчивое морское рыболовство, в основном, в Северной Атлантике и в Северо-Западной Арктике, основываясь на наилучших научных данных и в тесном сотрудничестве с соседними странами. Намерена она продолжить промысел криля и в водах, прилегающих к Антарктиде. В последние годы вылов криля Норвегией достиг почти 250 тыс. тонн.

Придавая большое значение научному обеспечению развития своего рыбного хозяйства и морского рыболовства, норвежское правительство осуществляет оптимальное ежегодное финансирование рыбохозяйственной науки, а её научно-исследовательский флот – самый современный в мире.

Морской рыболовный флот Норвегии насчитывает около 10 тыс. судов разных типов и измерений. В основном это маломерный флот длиной менее 28 метров для прибрежного лова. Судов длиной более 28 метров, таких как траулера-фабрики, сейнеры-траулера и сейнеры кошелькового лова немного – около 50 единиц. Средний возраст рыболовного флота Норвегии перевалил за 20 лет.

Обновление рыбопромыслового флота находится в компетенции судовладельцев, так же, как и модернизация и строительство рыбоперерабатывающих фабрик – в компетенции её владельцев и самого бизнеса – сообщества. В этих целях предприниматели используют кредиты банков, которые выдаются, как правило, под 2-4% годовых. В ряде случаев осуществляется и государственная поддержка, в целях обновления основных производственных фондов рыбного хозяйства Норвегии.

Наделение рыболовных судов ресурсами-квотами в Норвегии осуществляется по историческому принципу – без оплаты за ресурсы и без выставления их на аукционы. Причём квотами наделяются не компании, фирмы, а рыболовные суда по историческому принципу.

**Таблица.** Динамика основных показателей рыбного хозяйства Норвегии за 1985–2020 годы / **Table.** Dynamics of the main indicators of Norwegian fisheries for 1985–2020

Показатели	Вылов по годам, тыс. тонн							
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
<b>Морское рыболовство Рыбы</b>	1685,5	1518,8	2475,0	2631,9	2335,6	2529,0	2111,4	2168,6
Креветки	42,2	62,7	39,2	66,1	48,3	22,1	22,9	24,2
Крабы	1,3	1,6	2,0	3,5	7,2	8,0	10,3	11,3
Криль антарктический	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	119,0	188,4	249,1
Водоросли	172,1	197,0	185,0	192,4	153,9	158,5	147,4	152,6
Итого	1901,1	1780,1	2701,2	2893,9	2545,0	2836,6	2480,4	2605,8
<b>Аквакультура</b>	34,6	150,6	277,2	492,3	656,9	1017,3	1306,0	1450,7
Внутренние водоемы	1,1	1,1	1,1	1,9	1,5	1,3	1,2	1,0
Итого	35,7	151,7	278,3	494,2	658,4	1018,6	1307,2	1451,7
<b>Всего</b>	1936,8	1931,8	2979,5	3388,1	3203,4	3855,2	3787,6	4057,5

**Вторым** по значению сырьевым ресурсом для норвежского рыбного хозяйства является аквакультура, сформированная учеными и практиками, благодаря достижениям в биотехнике выращивания и разведения атлантического лосося и радужной форели. Это направление становится ведущей самостоятельной подотраслью рыбного хозяйства. Если в 2000 году было выращено 429,3 тыс. т в основном атлантического лосося и радужной форели, то в 2020 году этот показатель достиг 1,4 млн тонн (табл.). Таких темпов роста объемов морской аквакультуры в своих прибрежных водах не достигала ни одна страна в мире с рыночной экономикой.

По стоимости продукция аквакультуры Норвегии превзошла стоимость её морского рыболовства в естественных условиях, а её объемы – производство говядины, свинины вместе взятых и даже производство мяса кур. В перспективе, к середине XXI столетия, Норвегия может, при спросе мирового рынка на её продукцию, довести объёмы производства аквакультуры до 2,5–3,0 млн тонн в год.

**Третьим** компонентом сырьевой базы норвежского рыбного хозяйства, имеющим большое значение для любительского и спортивного рыболовства, являются рыбные ресурсы многочисленных рек и озёр континентальной Норвегии. Запасы эти ресурсов имеют небольшое значение в промышленном обороте; их вылов не превышает 1,9 тыс. т в год (табл.).

В целом за прошедшее 20-летие норвежское рыбное хозяйство, как и прежде, входит в мировые лидеры, добившись увеличения объемов сырья для своего рыбоперерабатывающего сектора с 3,2 млн т до 4,0 млн т, повысила стоимость своей продукции, увеличила экспорт её на мировые рынки с 1,3 млн т до 2,4 млн тонн. Одновременно с этим рыбное хозяйство Норвегии сумело насытить внутренний рынок собственной продукцией, что позволило, вот уже не одно десятилетие, в полной мере удовлетворять спрос населения, с разным доходом, в рыбопродукции. В последние годы по-

требление норвежцами рыбопродукции составляет около 40–50 кг/чел/год, в зависимости от географического места проживания.

Стабильным остается в Норвегии и государственное управление рыбным хозяйством, которое возглавляется Министром рыболовства. Практическую деятельность осуществляет самостоятельный Директорат рыболовства. Традиционно огромная роль, в формировании развития рыбной отрасли, принадлежит неправительственным организациям, таким как Норвежская ассоциация рыбаков, Норвежское объединение фермеров-рыбоводов, сбытовых общественных организаций и ряда других.

В конце 2020 года, уходящий в отставку в связи со сменой правительства, Министр рыболовства Норвегии О. Ингебригтен заявил: «Я также горжусь рыбной промышленностью и многими преданными и талантливыми людьми в этой отрасли. Самое главное, что у нас есть устойчивое управление запасами. Это является необходимым условием для социально-экономической рентабельности и занятости в сельской местности». Достойная оценка тружеников отрасли и понимание основ устойчивости дальнейшего развития норвежского рыбного хозяйства её руководством.

В сегодняшних не простых условиях, когда ряд западных стран ввели санкции в отношении нашей страны, включая и рыболовство, власти Норвегии приняли прагматическое решение: продолжать взаимовыгодное сотрудничество с Россией по управлению рыбными запасами в различных областях рыбной отрасли, как это осуществляется вот уже более шестидесяти лет.

Такое решение обусловлено пониманием, сформированным учеными и рыбаками-практиками двух соседних стран, что устойчивое использование совместных запасов в Баренцевом, Гренландском и Норвежском морях, которые распространены в течение своего жизненного цикла, как в ИЭЗ России, так и Норвегии, требуют единого гармонизированного подхода.

**Keywords:**

industry 4.0, engineering personnel, engineering education organization practices, project-based learning, higher education system, end-to-end technologies

# Формирование инженерных компетенций для кадров индустрии 4.0

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-7-12

Кандидат технических наук, доцент **И.Н. Ким** – инженерно-технологический институт Приморской государственной сельскохозяйственной академии;

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **А.Э. Комин** – ректор Приморской ГСХА; Кандидат филологических наук, доцент **О.Н. Ивус** – проректор по международной, воспитательной и молодежной политике Приморской ГСХА

@ kimin57@mail.ru;  
rector@primacad.ru;  
mo-pgsha@yandex.ru

**Ключевые слова:**

индустрия 4.0, инженерные кадры, практики организации инженерного образования, проектное обучение, система высшего образования, «сквозные» технологии.

## FORMATION OF ENGINEERING COMPETENCIES FOR INDUSTRY 4.0 PERSONNEL

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **I.N. Kim** – Engineering and Technological Institute of the Primorsky State Agricultural Academy; Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **A.E. Komin** – Rector of Primorsky State Agricultural Academy; Candidate of Philological Sciences, Associate Professor **O.N. Ivus** – Vice-Rector for International, Educational and Youth Policy of the Primorsky State Agricultural Academy

The article is devoted to the organization of training of young professionals who are able to successfully perform production tasks after graduation in accordance with the requirements of industry 4.0. The development and implementation of robotics, artificial intelligence and other "end-to-end" technologies actualizes the problem of training engineering personnel. Under the conditions of the new technological paradigm, it is necessary to change the system of teaching students in universities. The practices of training future engineers to work in the conditions of industry 4.0, capable of developing the country's economy, ensuring its competitiveness at the world level, are characterized by high professionalism, initiative, creative approach to decision-making and high responsibility for the results of their engineering activities are analyzed. The problem of training such engineers lies in the conservatism of the higher education system and the underdevelopment of teachers who are able to influence the content and critically evaluate the educational programs of universities. A specific solution is proposed to improve the system of interaction between universities and employers in order to train in-demand engineering personnel, whose work can contribute to Russia's entry into the global market for the development of "end-to-end" technologies demanded by industry 4.0.

Сегодня в России существует широко полярный диапазон мнений о качестве современного инженерного образования, который колеблется от системного кризиса

до одного из лучших в мире [17]. Сторонники точки зрения, что инженерное образование находится в системном кризисе, предлагают посмотреть на автомобили, меди-

цинское оборудование, бытовые и другие приборы, подавляющее большинство которых спроектировано и изготовлено за пределами России. Отсюда делается вывод, что российские инженеры неспособны спроектировать современное оборудование и организовать их производство, а причиной этого является именно низкое качество инженерного образования.

Сторонники противоположного мнения считают, что российское инженерное образование является одним из лучших в мире и обычно приводят в качестве доказательства достижения в освоении космоса и нашу военную технику [6; 26]. Кроме того, широко известен тот факт, что многие идеи, пришедшие к нам из западных стран в виде оборудования и машин, были придуманы и спроектированы русскими специалистами, до их эмиграции из России.

Очевидно, что аргументы обеих сторон являются скорее эмоциональными, чем научно-обоснованными, поэтому в инженерно-технических слоях общества возникает стремление создать какую-то объективную *систему оценки измерения качества инженерного образования* [13].

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Серьезным препятствием для мышления современных людей, в том числе представителей инженерии, стала информатизация и цифровизация всех граней жизни, порождающая рост информационной неопределенности. Окруженный множеством поисковых сервисов, человек сегодня имеет возможность получить почти мгновенно ответ на любой заданный вопрос [13]. Однако избыток информации негативно сказывается на деятельности человека, в связи с чем его колоссальные возможности реализуются слабо, поскольку часто мышление человека стремится в направлении эскалации ошибок и проблем [26].

Одной из наиболее острых проблем, стоящих перед современной Россией, является необходимость новой индустриализации [4]. Научно-технологическое развитие промышленности и сельского хозяйства, создание современной мощной производственной базы необходимы для обеспечения безопасности страны, политической и экономической независимости, улучшения социально-экономической ситуации и повышения уровня жизни населения, что особенно хорошо видно на основе санкционной политики западных стран против РФ.

В большинстве российских вузов подготовка инженеров сегодня выглядит следующим образом: преподаватель на лекции излагает теоретический материал, дает сведения о новой технике, технологиях и проводит тренинг со студентами при решении абстрактных задач [22]. Студент «загружает» материал в свою память, часто успешно излагает его на зачетах и экзаменах, но реально не «воспроизводит способы действий», которые могли бы в дальнейшем перерасти в инженерные навыки. Большая часть, зафиксированного в памяти, материала остается невостребованной, во всяком случае для конкретных инженерных решений в дальнейшей профессиональной жизни. Поэтому студент не может воспроизвести полученные знания в новом контексте для достижения принципиально новых целей. Имеющаяся пси-

Статья посвящена организации подготовки специалистов, способных после окончания вуза успешно выполнять задачи производства, в соответствии с требованиями индустрии 4.0. Разработка и внедрение робототехники, искусственного интеллекта и других «сквозных» технологий актуализирует проблему подготовки инженерных кадров. В условиях нового технологического уклада требуется изменить систему обучения студентов в вузах. Проанализированы практики обучения будущих инженеров для работы в условиях индустрии 4.0, способных развивать экономику страны, обеспечивать ее конкурентоспособность на мировом уровне, отличающиеся высоким профессионализмом, инициативой, творческим подходом к принятию решений и высокой ответственностью за результаты своей инженерной деятельности. Проблема подготовки таких инженеров заключается в консервативности системы высшего образования и в слабой развитости преподавателей, способных влиять на содержание и критически оценивать образовательные программы вузов. Предлагается конкретное решение по совершенствованию системы взаимодействия вузов с работодателями, с целью подготовки востребованных инженерных кадров, работа которых может способствовать выходу России на глобальный рынок по развитию «сквозных» технологий, востребованных индустрией 4.0.

хологическая установка на успешное решение учебных задач не может использоваться для других целей, отличных от тех, для которых она формировалась. Отсюда и прекращение обучения в вузе, если нужда в них отпадает.

Большинство российских работодателей считает наличие *навыков критического мышления* неотъемлемым условием успешного трудоустройства и выполнения работником требований современного производства [16]. Специалистам необходимо наличие такой универсальной компетенции как «системное и критическое мышление», формируемое при подготовке будущих молодых кадров и переобучения ныне работающих. Однако этого недостаточно, поскольку в условиях конкурентной борьбы между странами требуется выработать у работников личную потребность в освоении нового, что появляется как на отечественных предприятиях, так и зарубежных. Возникает необходимость формирования, еще в период получения профессии, такой универсальной компетенции, как способность *интересоваться новым и оперативно осваивать новации* на своем рабочем месте.

Во многих развитых странах представлены группы профессий и навыков, востребованных работодателями уже сейчас и от того насколько система образования способна подготовить требуемых специалистов зависит экономическое и политическое положение государства в мировом сообществе. В состязании за технологическое лидерство особую роль и значение приобретают подготовка кадров для тех

отраслей экономики, которые в первую очередь способствуют переходу на новый этап технологического развития [4].

#### ПРОБЛЕМЫ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ ПРИ ИНДУСТРИИ 4.0

В 2016 г. было озвучено, что с начала 2000-х годов человечество находится на пороге Четвертой промышленной революции (индустрия 4.0) [23]. Переход к новому этапу развития общества опирается на Третью (цифровую) революцию и характеризуется «вездесущим» и мобильным Интернетом, миниатюрными производственными устройствами, искусственным интеллектом и обучающими машинами. Основными драйверами развития общества выступают технологические достижения физического, цифрового и биологического мира [4]. Запускается процесс обновления технического оснащения предприятий. Возникает необходимость непрерывного освоения новых знаний и умений, усиливается конкуренция между странами за технологическое лидерство [16]. В условиях нового технологического уклада предъявляются иные требования к знаниям и навыкам специалистов, трансформируется система организации учебного процесса, появляются новые профессии взамен устаревших, а часть из них и вовсе исчезают [8].

Обсуждение данных вопросов представлено в публикациях российских и, в основном, зарубежных исследователей. Попытка максимально приблизить инженерную подготовку к повседневной инженерной деятельности была предпринята в широко распространенной в США программе STEM, которая синтезировала последние достижения педагогической науки в этой области [10; 24]. Авторами программы отмечается приоритетность комбинирования традиционной формы подготовки специалистов, с опорой на самостоятельное освоение знаний в процессе профессиональной деятельности. Другой попыткой сблизить инженерное образование с решением реальных инженерных задач является проект «Всемирная инициатива CDIO» (Планировать – Проектировать – Производить – Применять), в основу которой положены 12 стандартов, где сформулированы действия, обеспечивающие улучшение инженерной подготовки [10]. Одной из важных составляющих CDIO является стандарт, определяющий наличие в учебном плане двух или более проектов, предусматривающих получение студентом опыта проектно-внедренческой деятельности. Инициатива призвана измерить природу инженерного образования, вернуть ему фокус на изобретательские компетенции.

В настоящее время требования ФГОСов не гарантируют ни качества освоения образовательных программ, ни даже соответствия содержания образования современным представлениям [5; 11]. Поэтому необходимо в короткие сроки провести модернизацию высшего образования, добиться качественного изменения в подготовке студентов, прежде всего по перспективным направлениям технологического развития.

Сегодня скорость изменения технологий достигла невиданных ранее масштабов. В частности, индустрии 4.0 нужен новый инженер, не только хорошо

владеющий конкретной технологией, но обладающий системным мышлением, способный организовать взаимодействие различных технологий [8]. Корпорациям больше не нужны просто инженеры, они ищут людей с инженерным мышлением и гибкими управленческими навыками. Высокотехнологичные предприятия во всем мире испытывают дефицит квалифицированных инженерных кадров новой генерации [15]. В то же время реальная экономика требует линейных инженеров, которые должны непосредственно трудиться рядом с рабочими в шахтах, на производстве и осуществлять контроль, выявлять несоответствия и корректировать технологический процесс, а также руководить рабочими.

#### ФОРМИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Для того, чтобы определиться со стратегиями подготовки, нужно прежде всего ответить на вопрос: инженер – профессия элитная или массовая? Представляется, что в цифровой экономике будут востребованы инженеры разного типа, а именно [1]:

- **инженеры-архитекторы**, обладающие системным мышлением, способные задумать сложную систему, собрать команды для реализации проекта и организовать его выполнение;

- **инженеры-проектировщики** – глубокие профессионалы в своей области, способные спроектировать сложную систему. Это элитные специалисты, которые будут создавать инструменты проектирования систем. И тут встает вопрос, а кто будет обслуживать эти сложнейшие системы, обеспечивая их работоспособность. Очевидно должен быть еще один тип инженера;

- **инженеры по обслуживанию сложных систем и механизмов**, владеющие современными технологиями и понимающие, как эти системы живут и работают. То есть должна появиться большая когорта таких инженеров в виде массовой профессии, которые должны постоянно отслеживать новые появляющиеся тренды.

Сегодня нельзя подготовить инженера без привлечения его к выполнению реальных прикладных проектов, однако реализация такой подготовки может быть основана на разных моделях. Следует отметить, что эти модели не должны противопоставлять друг другу, это совершенно разные модели, для которых нужны инженеры разного типа и уровня подготовки [3]. Поэтому необходимо формирование образовательного пространства, ориентированного на подготовку инженеров для цифровой экономики.

Ключевым вопросом такого пространства является создание требований современного цифрового производства на процесс обучения, позволяющего организовать цепочку «запрос на развитие индустрии – подбор технологий – сборка элементов оборудования – запрос на компетенции персонала» [1]. Успешность функционирования такой цепочки определяется взаимодействием «технологический партнер – вуз – индустриальный партнер». Это взаимодействие служит средой для формирования новых компетенций, как отвечающих реальным запросам промышленности и обеспеченных технологически-

ми достижениями, но не обеспеченных кадрами, так и опережающих текущие запросы промышленности и обеспечивающих кадровый потенциал для внедрения новых технологий [15].

#### **ТРАДИЦИИ, МИССИЯ И СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЬ**

Анализ сформировавшейся системы российского инженерного образования позволяет выделить четыре основные традиции, которым следовали передовые инженерные вузы страны. Обязательным шагом, при формировании концепции выполнения любого проекта, является обоснование базовых принципов, опора на которые – не только определенная гарантия успеха, но и обеспечивающая привлекательность всего проекта для его участников и партнеров [5].

**Принцип опоры на традиции.** Традиции – основа достижения успеха, они суть корпоративной культуры вуза и основа установления ценностей, следование которым естественно для каждого члена коллектива. Принцип заключается в создании системы, обеспечивающей укрепление и развитие традиций, а также развитие корпоративной культуры инженерного вуза и возможности участникам проекта беспрепятственно следовать им [18]. Принцип реализуется за счет систематического мониторинга состояния корпоративной культуры, использования наиболее эффективной составляющей потенциала системы образования для достижения поставленных целей. Реализация этого принципа осуществляется за счет создания условий для укрепления и эффективного использования каждой из указанных традиций.

**Единство учебного и научного процессов.** Соединение науки и образования в единый комплекс дает значительный положительный эффект для высшей школы. Во-первых, это позволяет преподавателю оставаться в курсе последних достижений науки и техники, поддерживать к ним свой интерес и способствовать развитию такого интереса у студентов [7]. Во-вторых, это позволяет сближать уровень учебных программ с уровнем научно-технических достижений в определенной области знаний, что является достаточно актуальной проблемой для мировой высшей школы.

Сегодня система высшего образования как никогда должна идти в ногу со временем, но она всегда несколько отстает, и чем быстрее прогрессирует наука, тем заметнее отставание. Прежде чем новый материал включается в учебные программы, проходит значительный период времени. В высшей школе многих стран этот временной лаг сведен практически к минимуму, чему способствует соединение науки и образования в единую целостную систему, а также значительно снижается проблема обучения новым знаниям студентов, что особенно важно при подготовке исследователей и инженеров [6].

**Основательная практическая подготовка будущих инженеров.** Основой для серьезной практической подготовки выпускников были и остаются тесные связи вузов с предприятиями реального сектора экономики. Система хорошо продуманных производственных, технологических, конструкторских и преддипломных студенческих практик, профильных мастерских, где будущие инженеры могут получить рабочие профессии, выполнение студентами

большого числа реальных курсовых проектов под руководством представителей производства, создание в составе вуза КБ, инжиниринговых центров – все это представляет собой основу, создающую благоприятные условия возрождения и укрепления традиций, следование которым гарантирует достижение цели инженерного образования [3].

**Высокий уровень требования к студентам.** Обычно уровень требований к студентам вузов отражался в доле отчисляемых за академическую неуспеваемость. Несмотря на высокий уровень требований, в вузах страны в прошлом веке абсолютный процент «отсева» студентов, колебался от 20 до 40%, а относительный процент был еще ниже, так как часть отчисленных студентов позднее восстанавливалась и заканчивала обучение немного позже. Естественно, таким отсеком выстраивался барьер, не позволяющий недобросовестным студентам попасть в число дипломированных инженеров [11]. Снятие ограничения на отсев приведет к увеличению стоимости подготовки условного выпускника, однако это будет плата не только за качество образования, но и за качество инженерной деятельности.

**Принцип диверсификации.** На смену принципу «всех научим всему» должен прийти принцип «научим тому, что необходимо, научим тех, кто способен научиться». Осуществить эти изменения можно следуя принципу диверсификации инженерного образования – это некоторое дробление с ориентацией на требования и пожелания конкретных заказчиков [18].

#### **ИНЖЕНЕРНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ**

Качество выпускников вузов, их образованность учитывается по уровню приобретенных компетенций [12]. Значит качество выпускников зависит от того, насколько сформулирован перечень компетенций и от того, насколько они овладели этими компетенциями. Первый фактор будет определять содержание обучения и воспитания обучаемых, а второй – организацию и осуществление образовательного процесса. А результативное использование сформированных компетенций выпускник вуза продемонстрирует в процессе профессиональной деятельности. Для мониторинга образовательного процесса целесообразно сопоставить результаты обучения к результатам профессиональной деятельности, чтобы оценить уровень подготовки специалиста, компетенции которого, по мере выполнения различных работ, будут совершенствоваться, а также появляться новые.

**Компетентность относится к группе профессиональных компетенций,** которые более конкретны и понятны преподавателям и студентам [21]. Значительно сложнее для понимания универсальные компетенции. Если разработать признаки проявления всех компетентностей модели выпускника, то в совокупности это будет паспорт профессиональной подготовки студентов по данному направлению, который целесообразно согласовывать с отраслевыми профессиональными стандартами.

Вполне разумно использовать общий подход к подготовке будущих инженеров, компетентность которых сводится к умению **исследовать, проек-**

**тировать и управлять** [11]. Конечно, эти общие компетентности относятся к профессиональной подготовке студентов в вузе. В настоящее время в основных образовательных программах результаты освоения выпускниками представлены в виде универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, разработанных в вузе.

Нужно признать, что в плане конкретной профессиональной подготовки выпускников за эти годы мало что изменилось. Квалификационные требования «перекочевали» в разряд компетенций, а в содержание подготовки специалистов постоянно вносятся изменения, вызванные научными и техническими достижениями, цифровизацией в производственной и управленческой деятельности. Профессиональные компетенции будущих выпускников заложены в программах специальных дисциплин и практик, а общепрофессиональные его компетенции должны быть сформулированы в основной образовательной программе каждого вуза [21]. Целесообразно компетенции представить по трем категориям: исследовать, проектировать и управлять, что позволит осуществлять требуемый набор компетенций для определенной группы обучаемых.

**Для формирования инженерных навыков нужно обладать** инструментами их реализации. Студенту такой инструментарий часто не доступен, поскольку на пороге вуза он не обладает способами совершения инженерных операций, а в период обучения не имеет возможности их приобретения [24]. При информативной технологии обучения об этом может не знать и преподаватель, поскольку для его освоения необходимо использовать принцип «одна дисциплина – один преподаватель», в то время как инженерные компетенции находятся в междисциплинарном поле. Объединение столь сложной информации возможно в практической подготовке студента. Но для этого преподавателю самому нужно пройти через соответствующую инженерную деятельность и уметь проектировать учебный процесс с учетом именно этого практического опыта [19]. Сегодня такое наставничество является скорее экзотикой, чем правилом.

#### КАКОЙ ДОЛЖНА БЫТЬ СОВРЕМЕННАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА

Основной моделью инженерной подготовки должна стать деятельность студента, выступающая в качестве учебного аналога настоящей инновационной деятельности, способствующей развитию у будущих инженеров, прежде всего, **изобретательских способностей**. Для этого необходима целенаправленная работа студента как по овладению отдельными ментальными приемами поиска новых решений, так и по проектированию своих индивидуальных способов решения технических задач. В качестве эффективного примера закрепления изобретательских навыков можно привести метод теории решения изобретательских задач, в котором поясняется, что при многократных положительных результатах поиска технических решений формируется «ментальный» механизм, упрощающий в дальнейшем поиск новых решений [2]. Иными словами, когда техническое решение успешно генерируется личностью и успех до-

стигается ею многократно в разных изобретениях, формируется развитая способность к изобретательской деятельности.

Сформулированные во ФГОС 3++ универсальные компетенции поднимают требования к новому поколению инженерных кадров на качественно более высокий уровень, включающий системное и критическое мышление, саморазвитие, командную работу и лидерство, их формирование у студентов проходит сложный период становления, так как под них чаще всего нет конкретных учебных элементов [11]. Если способности к интеллектуальным действиям выпускника должны формироваться при изучении большинства дисциплин, то личностные свойства и социальные характеристики формируются в общении и взаимодействии с преподавателем, а также на различных учебных и иных мероприятиях.

Рынок труда требует от выпускников инженерных вузов освоения широкого спектра компетентностей: предпринимательских, способности обучаться самостоятельно в течение жизни, умения фокусироваться на решении проблем, а не на накоплении знаний [12]. Чем должен обладать выпускник вуза? Прежде всего тем, что потребуется в жизни и профессиональной деятельности. Введение компетенций в стандарты в качестве результатов образования – это лишь обозначение перемен, за этим должно последовать преобразование системы воспитания и обучения студентов для их достижения.

Для современной жизни недостаточно приобретения выпускниками вузов только профессиональных компетенций, поскольку личность проявляется и формируется в деятельности и общении. Студент должен готовиться к противоречию между растущими требованиями общества и личным уровнем его собственного развития [9; 14]. Сглаживать возникающие противоречия можно только повышением уровня собственного развития. Планируемый результат учебного процесса будет достигаться успешнее при подготовке к освоению образовательной программы ключевого участника – студента. Речь идет об его интеллектуальном развитии, серьезной мотивированности к приобретению специальности, которая может стать основой будущей жизни [20; 25]. В этом случае, корпоративная культура вуза имеет важнейшее значение, ибо она с одной стороны, может способствовать воспроизводству лучших преподавателей вузов, а с другой – создавать предпосылки для эффективной профессиональной самореализации выпускников [19].

В итоге получается, что различных процедур и механизмов, направленных на обеспечение качества, много, а качество инженерного образования продолжает снижаться и до сих пор не удовлетворяет ожиданий потребителей. Для того, чтобы добиться реальных результатов в рассматриваемой проблеме, требуются не лозунги, а конкретизация обоснованных комплексных мер, направленных на достижение цели, на основе системного и процессного подходов с учетом понимания сущности и значимости базовых факторов, определяющих качество высшего образования. Комплексная система мер должна быть многоуровневой и реали-

зовываться одновременно на уровне государства, на уровне Федеральных учебно-методических объединений, вуза и профилирующей кафедры.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Агамирзян И.Р. Некоторые современные подходы к инженерному образованию / И.Р. Агамирзян, Е.А. Крук, В.Б. Прохорова // Высшее образование в России. – 2017. – №11. – С.43-47.
- Agamirzyan I.R. Some modern approaches to engineering education / I.R. Agamirzyan, E.A. Kruk, V.B. Prokhorova // Higher education in Russia. – 2017. – No.11. – Pp.43-47.
- Альтшуллер Г.С. Найди идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – М.: Альпина Паблишерз, 2011. – 400 с.
- Altshuller G.S. Find an idea. Introduction to the theory of solving inventive problems. – M.: Alpina Publishers, 2011. – 400 p.
- Двуличанская Н.Н. Инженерное образование: практико-ориентированный подход / Н.Н. Двуличанская, В.Б. Пясецкий // Высшее образование в России. – 2017. – №7(214). – С.147-151.
- Dvilichanskaya N.N. Engineering education: a practice-oriented approach / N.N. Dvilichanskaya, V.B. Pyasetsky // Higher education in Russia. – 2017. – №7(214). – Pp.147-151.
- Иванов В.В. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива. / В.В. Иванов, Г.Г. Малинецкий – М.: РАН, 2017. – 64 с.
- Ivanov V.V. Digital economy: myths, reality, perspective. / V.V. Ivanov, G.G. Malinetsky – M.: RAS, 2017. – 64 p.
- Исаев А.П. Мягкие навыки для успешной карьеры выпускников инженерного профиля / А.П. Исаев, Л.В. Плотников // Высшее образование в России. – 2021. – №10. – С.63-77.
- Isaev A.P. Soft skills for a successful career of engineering graduates / A.P. Isaev, L.V. Plotnikov // Higher education in Russia. – 2021. – No.10. – Pp.63-77.
- Казаков Ю.М. Инженерное образование на основе интеграции с наукой и промышленностью / Ю.М. Казаков, Н.Ю. Башкирцева, М.В. Журавлева, Г.О. Ежкова и другие // Высшее образование в России. – 2020. – №12. – С.105-118.
- Kazakov Yu.M. Engineering education based on integration with science and industry / Yu.M. Kazakov, N.Y. Bashkirtseva, M.V. Zhuravleva, G.O. Yezhkova and others // Higher education in Russia. – 2020. – No. 12. – Pp.105-118.
- Ким И.Н. Профессиональная деятельность преподавателя российского вуза: сложившиеся стереотипы и необходимость перемен // Высшее образование в России. – 2014. – №4. – С.39-47.
- Kim I.N. Professional activity of a teacher of a Russian university: past stereotypes and the need for change // Higher education in Russia. – 2014. – No. 4. – Pp.39-47.
- Кондратьев В.В. Инженерное образование: проблемы трансформации для индустрии 4.0 (обзор конференции) / В.В. Кондратьев, М.Ф. Галиханов, П.Н. Осипов, Ф.Т. Шагеева, А.А. Кайбияйнен // Высшее образование в России. – 2019. – №12. – С.105-122.
- Kondratiev V.V. Engineering education: problems of transformation for Industry 4.0 (review of the conference) / V.V. Kondratiev, M.F. Galikhanov, P.N. Osipov, F.T. Shageeva, A.A. Kaibiyainen // Higher education in Russia. – 2019. – No.12. – Pp.105-122.
- Коробцов А.С. Качество инженерного образования: лозунги и реальность // Инженерное образование. – 2020. – Вып.27. – С.27-36.
- Korobtsov A.S. Quality of engineering education: slogans and reality // Engineering education. – 2020. – Issue 27. – Pp.27-36.
- Кроули Э.К. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO. / Э.К. Кроули, Й. Малмквист, С. Остлунд, Д.Р. Бродер, К.М. Эдстрем. – М.: ВШЭ, 2015. – 504 с.
- Crowley E.K. Rethinking engineering education. Approach to the CDIO initiative. / E.K. Crowley, J. Malmqvist, S. Ostlund, D.R. Broder, K.M. Edstrom. – Moscow: HSE, 2015. – 504 p.
- Кузьминов Я.И., Юдкевич М.М. Университеты в России: как это работает. / Я.И. Кузьминов, М.М. Юдкевич. – М.: Высшая школа экономики, 2021. – 616 с.
- Kuzminov Ya.I., Yudkevich M.M. Universities in Russia: how it works. / Ya.I. Kuzminov, M.M. Yudkevich. – M.: Higher School of Economics, 2021. – 616 p.
- Латышев А.С. Управление конкурентоспособностью современного российского университета: состояние, вызовы и ответы / А.С. Латышев, Ю.П. Похолоков, М.Ю. Червач, А.Н. Шадская // Университетское управление: практика и анализ. – 2017. – Т.21. – №5. – С.6-16.
- Latyshev A.S. Competitiveness management of a modern Russian university: state, challenges and answers / A.S. Latyshev, Yu.P. Pokholkov,
- M.Yu. Chervach, A.N. Shadskaya // University management: Practice and analysis. – 2017. – Vol.21. – No. 5. – Pp.6-16.
- Лихолетов В.В. Вопрошание в профессионально-творческую деятельность современного инженера // Инженерное образование. – 2021. – Вып. 29. – С.7-22.
- Likholotov V.V. Questioning the professional and creative activity of a modern engineer // Engineering education. – 2021. – Issue 29. – Pp.7-22.
- Мариненко Т.Е. Система науки и образования как базовый элемент инновационной среды в АПК // Техника и оборудование для села. – 2021. – №1(283).
- Marinenko T.E. The system of science and education as a basic element of the innovation environment in the agro-industrial complex // Machinery and equipment for the village. – 2021. – №1(283).
- Меренков А.В. Практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустрией 4.0 / А.В. Меренков, О.Я. Мельникова // Инженерное образование. – 2021. – Вып.29. – С.23-32.
- Merenkov A.V. Practices of organization of training of engineering personnel, demanded by industry 4.0 / A.V. Merenkov, O.Ya. Melnikova // Engineering education. – 2021. – Issue 29. – Pp.23-32.
- Полицинский Е.В. К вопросам непрерывного технологического образования // Инженерное образование. – 2021. – Вып.30. – С.43-49.
- Politsinsky E.V. On the issues of continuous technological education // Engineering education. – 2021. – Issue 30. – Pp.43-49.
- Похолоков Ю.П. Уровень подготовки инженеров в России / Ю.П. Похолоков, С.В. Рожкова, К.К. Толкачева / Оценка проблемы и пути решения. – 2012. – Т.4. – Вып.7. – С.6-14.
- Pokholkov Yu.P. The level of training of engineers in Russia / Yu.P. Pokholkov, S.V. Rozhkova, K.K. Tolкачева / Assessment of the problem and solutions. – 2012. – Vol.4. – Issue 7. – Pp.6-14.
- Похолоков Ю.П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования в современных условиях // Инженерное образование. – 2021. – Вып. 30. – С.96-105.
- Pokholkov Yu.P. Engineering education in Russia: problems and solutions. The concept of development of engineering education in modern conditions // Engineering education. – 2021. – Issue 30. – Pp.96-105.
- Пушных В.А. Влияние корпоративной культуры на результаты деятельности университетов в проекте «5-100» / В.А. Пушных, Н.С. Гулиус, Е.Ю. Яткина / Высшее образование в России. – 2021. – Т.30. – №7. – С.32-40.
- Pushnykh V.A. The influence of corporate culture on the results of universities' activities in the 5-100 project / V.A. Pushnykh, N.S. Gulus, E.Y. Yatkina / Higher education in Russia. – 2021. – Vol.30. – No.7. – Pp.32-40.
- Пушных В.А. Холистический подход к оценке качества инженерного образования // Инженерное образование. – 2021. – Вып.29. – С.105-113.
- Pushnykh V.A. Holistic approach to assessing the quality of engineering education // Engineering education. – 2021. – Issue 29. – Pp.105-113.
- Соловьев В.П. Инженерные компетентности: исследовать, проектировать, управлять / В.П. Соловьев, Т.А. Перескокова // Инженерное образование. – 2021. – Вып.30. – С.30-42.
- Solovyov V.P. Engineering competencies: research, design, manage / V.P. Solovyov, T.A. Pereskokova // Engineering education. – 2021. – Issue 30. – Pp.30-42.
- Сысоев А.А., Весна Е.Б. О современной модели инженерной подготовки / А.А. Сысоев, Е.Б. Весна // Высшее образование в России. – 2019. – №7. – С.94-101
- Sysoev A.A., Vesna E.B. About the modern model of engineering training / A.A. Sysoev, E.B. Vesna // Higher education in Russia. – 2019. – No. 7. – Pp.94-101
- Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М.: Эксмо, 2016. – 138 с
- Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. – Moscow: Eksmo, 2016. – 138 p.
- Щеглова И.А. Роль студенческой вовлеченности в развитии критического мышления / И.А. Щеглова, Ю.Н. Корешкова, О.А. Паршина // Вопросы образования. – 2019. – №1. – С. 264-289].
- Shcheglova I.A. The role of student involvement in the development of critical thinking / I.A. Shcheglova, Yu.N. Koreshkova, O.A. Parshina // Questions of education. – 2019. – No. 1. – Pp. 264-289].
- Gotesman-Bercovici E., Bercovici A. Israeli Labor Market and the Fourth Industrial Revolution // Amfiteatru Economic, 2019. – Special Issue 13. – P.884-895.
- Min J. et al. The Fourth Industrial Revolution and Its Impact on Occupational Health and Safety, Worker's Compensation and Labor Conditions // Safety and Health at Work. – 2019. – № 10. – P. 400-408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2019.09.005>



# Исследование эффективности рыболовства в Западной Арктике

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-13-18

Доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист РФ **А.М. Васильев** – главный научный сотрудник; **Е.А. Лисунова** – инженер-исследователь – Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской Академии наук»

@ vasiliev@pgi.ru;  
eliskavav@yandex.ru

**Ключевые слова:**  
Западная Арктика, Мурманская область, рыболовство, эффективность, цены

**Keywords:**  
Western Arctic, Murmansk region, fishing, efficiency, prices

## STUDY OF FISHING EFFICIENCY IN THE WESTERN ARCTIC

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

A study was made of the economic efficiency of fishing in the Murmansk region in 2013-2020. The factors of its high profitability in 2014-2020, in comparison with 2013, have been identified. An unreasonably high level of domestic prices for fish products and the possibility of their adjustment by market methods have been established. It is proposed to adjust prices taking into account the difference in the incomes of the population of Russia and the main importing countries of fish products.

### ВВЕДЕНИЕ

Морское рыболовство России с 2008 г. по 2013 г. развивалось под влиянием государственных преференций. Так, постановлением Правительства Российской Федерации № 458 от 25 июля 2006 г. «Об отнесении видов продукции к сельскохозяйственной продукции и к продукции первичной переработки, произведенной из сельскохозяйственного сырья собственного производства», рыбодобывающим предприятиям с численностью не более 300 человек было разрешено с 01 января 2007 г. переходить на оплату «Единого сельскохозяйственного налога» (ЕСХН). Постановлением Прави-

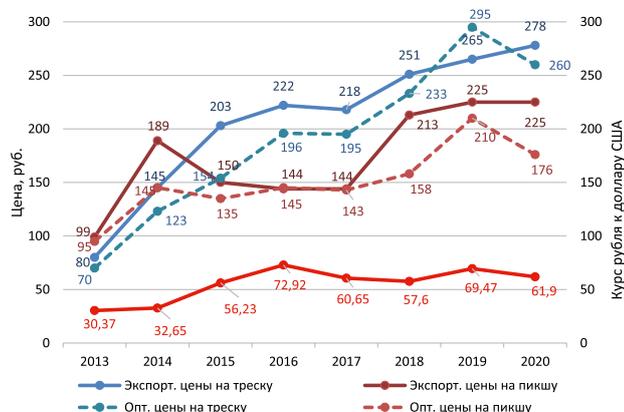
тельства Российской Федерации от 22 октября 2008 г. предприятиям, у которых стоимость продукции от добычи рыб не менее 70% общего объема, ставка платы за биоресурсы была снижена на 85% от номинала. Кроме этого, наделение хозяйствующих субъектов квотами биоресурсов для промысла с 2008 г. стало осуществляться на 10 лет. Перечисленные нововведения способствовали рыболовству Мурманской области иметь в 2013 г., представляющем в исследовании базовый период, производственные и экономические результаты, позволяющие нормально осуществлять свою деятельность.

В период после 2013 г. рыболовство России, в том числе и Мурманской области, как экспортно-ориентированная отрасль, находится в ещё более благоприятных условиях, в результате девальвации российской валюты, а также хорошего состояния промысловых ресурсов и высоких мировых цен на рыбную продукцию. Перечисленные обстоятельства актуализируют необходимость исследования состояния экономики рыболовства Мурманской области – региона с наиболее развитой рыбной отраслью Северного бассейна. Основные результаты функционирования рыболовства в этот период представлены в таблице 1.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Результаты рыболовства, полученные промысловым флотом Мурманской области в 2013 г., значительно выше таковых у норвежского флота, занимающегося промыслом трески и некоторых других видов рыб [1]. Так, рентабельность продаж, как видно из таблицы, составляет 37,0%, в то время как похожий показатель у норвежцев – операционная рентабельность – 10,5%, кэшбэк (отношение сальдированного результата к экономическому обороту) у рыбаков Мурманской области и отношение оперативной прибыли к оперативному доходу у норвежцев составляют, соответственно, 21,2% и 15,2%. Показанные результаты в рыболовстве Мурманской области были получены при экспортных ценах на треску потрошённую, являющуюся основным добываемым видом рыбы, равных в начале года 64 руб./кг (до 95 руб./кг – в конце года) и на пикшу – 72-126 руб./кг, и оптовых ценах на разделанную продукцию из этих рыб, соответственно, равных 70 руб./кг и 95 руб./кг. Отметим также, что курс доллара США в 2013 г. был равен 30,37 руб. (рис.1).

Достигнутый в 2013 г. уровень эффективности рыболовства позволял продавать населению Мурманской области охлажденную рыбу, основными видами которой были треска и пикша, за 122,25 руб./кг, рыбу разделанную мороженую – по 147,32 руб./кг и филе – по 177 17 руб./кг [2]. При этом доля рыба-



**Рисунок 1.** Курс доллара и цены на треску и пикшу в 2013–2020 годы

**Figure 1.** Dollar exchange rate and prices for cod and haddock in 2013-2020

Проведено исследование экономической эффективности рыболовства Мурманской области в 2013-2020 годах. Выявлены факторы высокой прибыльности его в 2014-2020 гг., в сравнении с 2013 годом. Установлен необоснованно высокий уровень внутренних цен на рыбную продукцию и возможность их корректировки рыночными методами. Предложено скорректировать цены с учетом разницы в доходах населения России и основных стран-импортеров рыбной продукции.

ков в розничной торговле составляла всего 31-32%, а 69-68% приходились на посредников и торговлю. Назвать справедливыми эти пропорции нельзя, на что постоянно указывало рыбацкое сообщество [3].

Созданные в 2007-2008 гг., условия функционирования рыболовства в Западном Арктическом регионе позволяли рыболовным компаниям приобретать не только траулеры, бывшие долгое время в эксплуатации в Западных странах, но и строить новые суда. Об этом, в частности, свидетельствует вступление в эксплуатацию 2-х современных новых траулеров – «Таурис» (2013 г.) и «Мирах» (2014 г.). Несколько ранее также были построены ещё три судна. Окупались эти траулеры, как отмечали владельцы, за 1-2 года эксплуатации.

В последующие годы анализируемого периода наблюдался стремительный рост финансовых показателей деятельности рыболовства, несмотря на то, что натуральные показатели уменьшались. Так, экономический оборот в 2020 г., в сравнении с 2013 г, увеличился в 2,8 раза, сальдированный результат – в 7,8 раза. При этом вылов рыбы сократился на 17,5%, в том числе наиболее ценных – трески и пикши – на 23,7%. Производство продукции также уменьшилось на 17,2%, а ассортимент выпускаемой продукции остался, примерно, прежним, о чём свидетельствует коэффициент разделки рыбы: в 2013 г. – 85,1%, а в 2020 г. – 85,5%. Увеличение финансовых показателей рыболовства происходило вследствие роста экспортных и оптовых цен, а также из-за изменений методики составления отчётности рыбной отрасли: до 2017 г. сальдированный результат по рыболовству показывался вместе с рыболовством, а начиная с 2017 г. – отдельно (см. табл. 1).

Основное влияние на приведенные выше результаты оказали:

- изменение физического объема и цен экспорта рыбной продукции;
- изменение стоимости 1 тонны экспортной продукции с 2063,4 руб. до 4029,7 руб.
- увеличение курса доллара с 31,5 руб. в 2013 г. до 67,9 руб. в 2020 г. (в 2,15 раза).

Стоимость одной тонны экспортной рыбной продукции с 2013 по 2020 гг. возросла на 1966,3 долл. США, и за счет этого фактора стоимость экспорта увеличилась на 85,5% (на 536,6 млн долл. США), а за счет изменения объема экспорта – уменьшилась на 65,2 млн долл. США (на 10,4%).

Рыбное хозяйство Северного бассейна экспортирует, в основном, белую рыбу – треску и пикшу. Спрос на них и цены на мировом рынке растут. По-

**Таблица 1.** Показатели рыболовства Мурманской области /  
**Table 1.** Fishing indicators of the Murmansk region

Показатели	2013	2014	2015	2017	2019	2020	Отношение 2020 г. к 2013 г., %
1. Вылов, тыс. т	696,0	671,0	681,0	698,1	665,8	574,2	82,5
в т.ч. треска, тыс. т	276,1	275,8	246,2	259,1	209,4	202,0	73,2
пикша, тыс. т	53,9	49,3	57,9	69,0	49,7	49,8	92,4
сумма, тыс. т	330,0	325,1	304,1	328,1	259,1	251,8	76,3
2. Производство продукции, тыс. т	592,4	573,3	576,5	579,7	576,1	490,3	82,8
3. Оборот, млн руб.	33077	48844	68192	73614	100508	91688	277,2
4. Сальдированный результат, млн руб.	7017,2	8022,3	25532,3	36191,0	49178,2	54934,7	782,9
5. Экспорт, тыс. т	304,2	324,7	313,8	352,7	296,7	272,6	89,6
млн долл.США	627,7	882,7	850,0	1060,3	1182,5	1098,5	175,0
млн руб.	19992	57022	56780	67329	76543	74572	373,0
6. Стоимость 1 т экспортной продукции, долл. США	2063,4	2718,5	2708,7	3006,2	3985,5	4029,7	1,95 раз
руб.	65720	175614	180943	237469	257982	273718	4,16 раз
7. Рентабельность реализованной продукции, %	37,0	44,9	67,3	69,5	82,3	81,5	220,3
8. Кэшбэк	21,2	16,9	37,4	49,2	48,9	59,9	282,5

**Таблица 2.** Расчет корреляции мировых и оптовых цен на рыбу и курса  
доллара США / **Table 2.** Calculation of correlation of world and wholesale fish prices  
and the US dollar exchange rate

	Курс доллара США (руб.)	Экспортные цены на треску, руб./кг	Экспортные цены на пикшу, руб./кг	Оптовые цены на треску, руб./кг	Оптовые цены на пикшу, руб./кг
2013 г.	30,37	80	99	70	95
2014 г.	32,65	145	189	123	145
2015 г.	56,23	203	150	154	135
2016 г.	72,92	222	144	196	145
2017 г.	60,65	218	144	195	143
2018 г.	57,60	251	213	233	158
2019 г.	69,47	265	225	295	210
2020 г.	61,90	278	225	260	176
Коэффициент корреляции (r)		0,863873	0,38753	0,82232	0,65549

сколькo основные экспортеры этой рыбы – Норвегия, Россия и Исландия – давно экспортируют около 95% улова и он имеет незначительные колебания, то уравновесить спрос и предложение можно только за счет роста цен. Следовательно, следует ждать дальнейшего увеличения мировых цен.

За анализируемый период прирост экономического оборота по рыболовству и рыбопродукции составил 58609 млн руб. (177,2%). При этом в 2013 г. за счет экспорта он был сформирован на 57,3% [(627,7×30,37): 33078], а в 2020 г. – на 81,3% [(1098,5×67,9) : 91688]. Следовательно, в 2013 г. доля оборота за счет продаж рыбной продукции и других финансовых операций в России составляла около 42,7%, а в 2020 г. – только 18,7%. Это по всему ассортименту рыбной продукции. Особенно сильное влияние на формирование экономического оборота оказал экспорт донных видов рыб, так как вывоз их за рубеж составлял более 90%. В связи с большим влиянием экспортных цен на внутренние

рынки, на заседании Президиума Госсовета по рыбной отрасли 19 октября 2015 г. Президент России В.В. Путин обращал внимание Правительства и рыбаков на необходимость решения этого вопроса в интересах российского общества. Позднее Президент также неоднократно обращал внимание предпринимателей России на то, что внутренние цены на продукцию не должны равняться на экспортные. Однако эти замечания Президента, в отношении формирования цен на рыбную продукцию, можно считать, проигнорированы.

Рентабельность продаж и кэшбек возросли, соответственно, в 2,2 и 2,8 раза. Авторы статьи «Исследование феномена высокой рентабельности в российском рыбацком хозяйстве» В.И. Кузин и А.Г. Харин (2018) ключевым фактором роста рентабельности в российском рыболовстве считают повышение цен в результате роста рыбопромысловой ренты и полного присвоения её предпринимателями. С этим, по нашему мнению, можно согласиться лишь частично.

**Таблица 3.** Средние потребительские цены на рыбные продукты на конец года, руб./кг /  
**Table 3.** Average consumer prices for fish products at the end of the year, RUB/kg

Вид продукции	2013	2019	2020	Отношение 2020 г. к 2013 г., %
Рыба живая и охлажденная	122,2	281,4	273,7	224,0
Рыба морская разделанная (кроме лососевых пород)	147,3	325,9	319,5	216,9
Рыба мороженая неразделанная	65,7	149,1	153,5	233,6
Рыба соленая, маринованная, копченая	271,3	539,2	557,2	205,4
Соленые и конченые деликатесные продукты из рыбы	355,5	1778,5	1735,6	202,9
- филе рыбное мороженое	177,2	456,2	479,5	270,6
- сельдь соленая	123,0	236,1	229,9	186,9
- филе сельди соленое	296,1	442,7	459,7	155,2
- икра лососевая отечественная	3024,0	4402,1	4662,2	154,1
Консервы рыбные, за 350 г:				
- натуральные и с добавлением масла	59,3	114,3	127,2	214,5
- в томатном соусе	45,0	86,0	96,6	214,7
Рыба охлажденная и мороженая, разделанная лососевых пород	308,3	753,8	782,4	253,8

Из данных таблицы 1 видно, что наибольшее влияние на экономический оборот – 60,4% в 2013 г и 81,3% в 2020 г. оказывает величина экспорта в рублёвом исчислении. В свою очередь, величина оборота оказывает решающее влияние на значение прибыли, рентабельности и кэшбека. Так, величина экспорта в рублёвом исчислении в 2020 г. больше уровня 2013 г. в 4,16 раза, в то время как в долларах – только в 1,95 раза. Эта разница обусловлена увеличением курса доллара США с 30,37 руб. в 2013 г. до 61,90 руб. в 2020 году. На рисунке видно, что изменение мировых и оптовых цен на треску и пикшу в Мурманске в значительной мере следует за курсом доллара. Этот вывод подтверждают большие величины коэффициентов корреляции цен с курсом доллара США. (табл. 2). Корреляционная связь между ценами на треску и курсом доллара высокая, между оптовыми ценами на пикшу и курсом доллара – средняя, а между экспортными ценами на пикшу и курсом доллара – низкая. В последнем случае, по-видимому, сказывается большее влияние на экспортные цены на пикшу высокого уровня состояния промыслового стада и высокие объемы вылова пикши, что отмечали эксперты.

Как показано в статье, реализация рыбной продукции, хотя и в меньших объёмах, осуществлялась и на внутреннем рынке. Поэтому оптовые цены на рыбу, являющиеся основой для формирования розничных цен, также оказывали влияние на финансовые показатели и уровень рентабельности промысловых организаций. По данным, приведенным на рисунке и в таблице 2, увеличение оптовых цен на треску за 7-летний анализируемый период произошло в 3,7 раза, на пикшу – в 1,85 раза. При этом отметим, что, доступные для анализа, документы по рыболовству в некоторых случаях не позволяют установить влияние посредников на оптовые цены, являющиеся для рыбаков отпускными.

Известно, что рентабельность продаж определяется выручкой (доходами) и издержками предприятий. Поскольку в статистических сборниках по ры-

бохозяйственным комплексам публикуется сальдированный результат, как сумма прибыли (убытка) от продажи, процентов к получению в других организациях, прочих доходов, уменьшенных на величину прочих расходов, а также уровень рентабельности, то, по нашему мнению, с хорошей степенью достоверности можно определить затраты на производство и продажу рыбной продукции.

В результате расчётов получено, что затраты в 2013 г. составили 18965,4 млн руб., а в 2020 г. – 67404,4 млн рублей. Следовательно, затраты возросли в 3,55 раза, в то время как сальдированный результат увеличился в 7,82 раза. Таким образом, рост прибыли (сальдированного результата) был значительно выше роста затрат за счет природной ренты и пересчёта экспортной выручки в рубли. Основной статьёй увеличения затрат на производство и реализацию рыбопродукции является рост заработной платы в 2,62 раза.

Рассматриваемый в статье период функционирования российской рыбной отрасли является наиболее благоприятным за все время её существования. В статье показано, что преференции, данные рыбной отрасли государством в 2007-2008 гг., позволяли уже в 2013 г. развивать рыболовству расширенное воспроизводство и иметь показатели эффективности лучше норвежского рыболовства, считающегося мировым лидером. В последующие годы девальвация российской валюты и рост мировых цен, при сохранении государственных преференций, создали благоприятные условия для увеличения экспорта и поступлений доходов в «твёрдой» валюте.

При продолжающемся действии государственных преференций и благоприятных других условиях промысла, в том числе хорошего состояния промысловых ресурсов основных промысловых рыб – трески и пикши, мурманские рыбопромышленники, вслед за ростом мировых цен на рыбную продукцию, не обоснованно увеличили, как показано в статье, оптовые (отпускные) цены, что послужило основой для увеличения розничных цен. В таблице 3 показан их уровень в 2020 г. в сравнении с 2013 годом.

Из материалов таблицы 3 видно, что потребительские цены на рыбную продукцию в 2020 г., по сравнению с 2013 г., в зависимости от вида переработки, возросли от 1,5 раза (филе сельди солёное и икра лососёвых отечественная) до 2,7 раза (филе рыбное мороженое). К сожалению, по ценам доступны данные только по видам переработки, которые не дают представления о стоимости продукции по видам рыб. Такие данные, составленные в том числе и по личным наблюдениям авторов, приведены в таблице 4.

Известно, что основное повышение цен на внутреннем рынке было осуществлено в 2014-2015 годах, когда без изучения спроса и предложения цены на треску были повышены более чем в 2 раза, а на другие виды рыб – на несколько меньшие величины. Затем они в течение 2016-2021 годов незначительно менялись, имея общую повышательную тенденцию к 2021 г. [4]. Одной из причин повышения цен является дозированная незначительная поставка рыбной продукции на внутренний рынок, что вызывает частое отсутствие некоторого ассортимента в магазинах г. Мурманск. Об этом, в частности, свидетельствуют данные обзора рынка свежемороженой рыбы и морепродуктов, публикуемые в еженедельном бюллетене о рыбном бизнесе «Рыбный Курьер-профи».

Из представленных в таблице 4 данных видно, что оптовые цены производителей рыбной продукции в 2021 г., по сравнению с 2013 г. (последним годом с относительно стабильным курсом рубля по отношению к доллару США), повысились в 1,6-4,2 раза. В наибольшей мере цены выросли по основному экспортному виду рыбной продукции – треске. Рост розничных цен произошёл ещё в большей степени – в 2,4-5,0 раз. По нашим расчётам, покупательная способность населения Мурманской области в 2021 г., в сравнении с 2013 г., по основным потребляемым видам рыбной продукции – рыбе мороженой разделанной (кроме лососёвых) – уменьшилась на 34,9% (с 221,0 кг/месяц до 143,9 кг/месяц, по рыбе мо-

роженой неразделанной – на 39,5% (с 495,2 кг/месяц до 299,7 кг/месяц). Покупательная способность населения России по приобретению рыбы неразделанной сократилась на 31,1% (с 298,0 кг/месяц до 205,4 кг/месяц) [5; 6].

Одним из показателей народнохозяйственной эффективности производства являются налоговые поступления. Из данных, представленных в таблице 5, видно, что они в 2020 г., от деятельности рыболовства и рыбоводства, составили 91688,0 млн руб., а налоговая нагрузка, по сравнению с 2013 г., увеличилась более чем в 2 раза и составила 10,9%.

Налоговая нагрузка в Мурманской области в 2020 г. была на 1,3% выше, по сравнению с величиной её в среднем по рыболовству и рыбоводству РФ, и на 0,9% больше налоговой нагрузки в среднем по всем отраслям Российской Федерации. При этом 44,6% налоговых поступлений от деятельности рыболовства и рыбоводства в Мурманской области поступило за счёт налога на доходы физических лиц. При этом следует отметить, что размер заработной платы рыбаков в Мурманской области значительно выше её средней величины по области. Однако необходимо отметить, что члены экипажей рыболовных судов в море работают по 12 часов в день, без выходных и праздников.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование деятельности рыболовства Мурманской области в 2013-2020 гг. свидетельствует о высоких достигнутых показателях, которые получены не только в результате высокой производительности труда в рыболовстве и производстве рыбной продукции, но и вследствие благоприятных природных и рыночных факторов. В результате комплексного влияния перечисленных факторов улучшилось большинство экономических и финансовых показателей функционирования рыболовства. Например, сальдированный результат в 2020 г., в сравнении с базовым годом, увеличился в 7,8 раза, рентабельность продаж достигла уровня

**Таблица 4.** Изменение цен на отдельные виды рыбной продукции из арктических рыб, руб./кг / **Table 4.** Change in prices for certain types of fish products from Arctic fish, RUB/kg

Вид продукции	2013 г.		2021 г.		Изменение, раз, %	
	оптовые	розничные	оптовые <sup>6</sup>	розничные <sup>7</sup>	оптовые	розничные
Треска разделанная мороженая	70,0 <sup>1</sup>	98,0-112,0 <sup>4</sup>	270,0-297,0	350,0-583,0	в 3,8-4,2 раза	в 3,6-5,2 раза
Филе трески без шкуры	133,0 <sup>1</sup>	187,0 <sup>4</sup>	475,0-495,0	585,0-932,0	в 3,6-3,7 раза	в 3,1-5,0 раз
Филе трески на шкуре	1331	~165,0 <sup>5</sup>	385,0-415,0	460,0	в 2,9-3,1 раза	~2,8 раза
Пикша разделанная мороженая	111,0 <sup>2</sup>	80,28 <sup>5</sup> -147,0 <sup>2</sup>	180,0-205,0	350-400	в 1,6-1,8 раза	в 4,5-2,7 раза
Пикша филе	130,0 <sup>3</sup>	191,0 <sup>5</sup>	320,0-380,0	600,0	в 2,5-2,9 раза	в 3,1 раза
Сельдь мороженая	50,0-60,0 <sup>2</sup>	87,0-95,0 <sup>2</sup> 59,8 <sup>5</sup>	110,0-133,0	260,0	в 2,2 раза	в 4,3-2,7 раза
Скумбрия мороженая	46,0-72,0 <sup>2</sup>	126,0 <sup>2</sup> 99,7 <sup>5</sup>	215,0-230,0	299,0-320,0	в 4,7-3,2 раза	в 2,4-3,2 раза

**Источник.** <sup>1</sup>В Мурманской области средние оптовые цены... - URL: <https://www.nord-news.ru/news/2013/08/13/?newsid=52617> (дата обращения: 28.01.2022); <sup>2</sup>Узбекова А. В новом году россияне оставят без селёдки. - URL: <https://rg.ru/2013/12/31/riba-site.html> (дата обращения: 28.01.2022); <sup>3</sup>Расчеты автора; <sup>4</sup>Цены на рыбу в Мурманске. - URL: <https://www.рыбныймурман.рф/2013/01/22/ceny-na-rybu-v-murmanske/3> (дата обращения: 28.01.2022); <sup>5</sup>Результаты еженедельного мониторинга цен на рыбопродукцию в Мурманской области. - URL: <https://www.hibiny.com/news/archive/47521/> (дата обращения: 28.01.2022); <sup>6</sup>Рыбный Курьер-профи: еженедельный бюллетень о международном рыбном бизнесе, 2021. No50 (878); <sup>7</sup> По наблюдениям в магазинах авторов статьи в декабре 2021 г.

**Таблица 5.** Поступление налогов и сборов в бюджетную систему РФ (рыболовство и рыбоводство) по Мурманской области, тыс. руб. [7-9] / **Table 5.** Receipt of taxes and fees to the budget system of the Russian Federation (fishing and fish farming) in the Murmansk region, thousand rubles [7-9]

Показатели	2010 г.	2013 г.	2020 г.	2020 г. к 2010 г., %	2020 г. к 2013 г., %
Поступило платежей в консолидированный бюджет РФ, всего, млн руб.	2190,8	2390,3	10029,4	457,8	419,6
в т.ч.					
- налог на доходы физических лиц	854,2	1054,8	4478,5	524,3	424,6
- налоги, предусмотренные специальными налоговыми режимами	139,3	395,7	2038,1	в 14,6 р.	515,1
- сборы за пользование природными ресурсами	321,4	384,0	334,7	104,1	87,2
Экономический оборот, млн руб.	32731,6	45160,4	91688,0	280,1	203,0
Налоговая нагрузка по методике ФНС, коп./руб.	6,7	5,3	10,9	162,7	205,7

в 82,3%. При этом 15-20 предприятий имели рентабельность до 100-150%.

Налоговые платежи в консолидированный бюджет РФ в 2020 г., в сравнении с 2013 г., увеличились в 4,2 раза.

Наряду с достигнутыми успехами, в исследуемом периоде были необоснованно повышены оптовые (отпускные) цены на рыбную продукцию, являющиеся основой розничных цен. В результате этого оптовые цены за 2014-2015 гг. на треску потрошённую без головы увеличились в 3,8-4,2 раза, а розничные – в 3,6-5,2 раза, на филе трески на шкуре, соответственно, в 2,9-3,1 раза и в 2,8 раз. Увеличение цен в той или мере наблюдалось на все виды рыбной продукции. Произошло значительное снижение покупательной способности населения Мурманской области.

Известно, что в последние годы в России наблюдалось повышение оптовых и розничных цен на некоторые виды пищевых продуктов и промышленных товаров. Правительство Российской Федерации предпринимало в таких случаях меры по ограничению роста цен. Однако, в случае повышения цен на рыбную продукцию, реакции Правительства РФ не наблюдалось. Возможно, это связано с большими тратами финансовых средств рыболовными предприятиями на строительство новых супер-траулеров на российских верфях. Если это так, то впереди рыбную отрасль России ожидают большие перемены, связанные с организацией рыболовства, снижением себестоимости добычи рыбы и морепродуктов и цен на рыбную продукцию.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Lønnsomhetsundersøkelse for fiskeflåten 2017 / Profitability survey on the Norwegian fishing fleet 2017. Statistikkavdelingen. Bergen. -2019. 128 p. - URL: <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tall-og-analyse/Statistiske-publikasjoner/Loennsomhetsundersokelse-for-fiskeflaaten> (дата обращения 15.03.22).

1. Lønnsomhetsundersøkelse для fiskeflåten 2017 / Обзор рентабельности норвежского рыболовного флота за 2017 год. Статистikkavdelingen. Берген. - 2019. 128 с. -URL: <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tall-og-analyse/Statistiske-publikasjoner/Loennsomhetsundersokelse-for-fiskeflaaten> (дата обращения 15.03.22).

2. Рыбохозяйственный комплекс Мурманской области / Федеральная служба государственной статистики, Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области / Мурманскстат, 2016. – 43 с.

2. Рыбохозяйственный комплекс Мурманской области / Федеральная служба государственной статистики, Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области / Мурманскстат, 2016. – 43 с.

3. О развитии рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации: рабочая группа президиума Государственного совета. -URL: [http://vniro.ru/files/Gossovet\\_doklad.pdf](http://vniro.ru/files/Gossovet_doklad.pdf) (дата обращения 20.03.22).

3. О развитии рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации: рабочая группа президиума Государственного совета. -URL: [http://vniro.ru/files/Gossovet\\_doklad.pdf](http://vniro.ru/files/Gossovet_doklad.pdf) (дата обращения 20.03.22).

4. Научные и прикладные основы устойчивого развития и модернизации морехозяйственной деятельности в западной части арктической зоны Российской Федерации: отчет о НИР (промежут.): 0226-2019-0022 / Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской Академии наук»; науч. рук. Васильев А.М.; отв. исполн.: Васильев А.М., Вопиловский С.С., Фадеев А.М. [и др.]. – Апатиты, 2020. -128 с.

4. Научные и прикладные основы устойчивого развития и модернизации морехозяйственной деятельности в западной части арктической зоны Российской Федерации: отчет о НИР (промежут.): 0226-2019-0022 / Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской Академии наук»; науч. рук. Васильев А.М.; отв. исполн.: Васильев А.М., Вопиловский С.С., Фадеев А.М. [и др.]. – Апатиты, 2020. -128 с.

5. О ценах на рыбу. -URL: <https://www.rybazdes.ru/node/4785> (дата обращения: 26.01.2022).

5. О ценах на рыбу. -URL: <https://www.rybazdes.ru/node/4785> (дата обращения: 26.01.2022).

6. Колончин К.В., Бетин О.И., Волошин Г.А., Горбунова М.А. Мониторинг цен на рыбу мороженую на внутреннем рынке. Анализ динамики, определение факторов изменения // Вопросы рыболовства. – 2021. – Т. 22. – № 3. – С. 97-110.

6. Колончин К.В., Бетин О.И., Волошин Г.А., Горбунова М.А. Мониторинг цен на рыбу мороженую на внутреннем рынке. Анализ динамики, определение факторов изменения // Вопросы рыболовства. – 2021. – Т. 22. – № 3. – С. 97-110.

7. Отчет по форме №1-НОМ за 2010 год. – URL: [https://www.nalog.ru/rn51/related\\_activities/statistics\\_and\\_analytics/forms/3834561/](https://www.nalog.ru/rn51/related_activities/statistics_and_analytics/forms/3834561/) (дата обращения 18.03.2022).

7. Отчет по форме №1-НОМ за 2010 год. – URL: [https://www.nalog.ru/rn51/related\\_activities/statistics\\_and\\_analytics/forms/3834561/](https://www.nalog.ru/rn51/related_activities/statistics_and_analytics/forms/3834561/) (дата обращения 18.03.2022).

8. Отчет по форме 1-НОМ по состоянию на 01.01.2014 г. – URL: [https://www.nalog.ru/rn51/related\\_activities/statistics\\_and\\_analytics/forms/4163396/](https://www.nalog.ru/rn51/related_activities/statistics_and_analytics/forms/4163396/) (дата обращения 18.03.2022).

8. Отчет по форме 1-НОМ по состоянию на 01.01.2014 г. - URL: [https://www.nalog.ru/rn51/related\\_activities/statistics\\_and\\_analytics/forms/4163396/](https://www.nalog.ru/rn51/related_activities/statistics_and_analytics/forms/4163396/) (дата обращения 18.03.2022).

9. Отчет по форме 1-НОМ по состоянию на 01.01.2021 г. – URL: [https://www.nalog.gov.ru/rn51/related\\_activities/statistics\\_and\\_analytics/forms/9648880/](https://www.nalog.gov.ru/rn51/related_activities/statistics_and_analytics/forms/9648880/) (дата обращения 18.03.2022).

9. Отчет по форме 1-НОМ по состоянию на 01.01.2021 г. - URL: [https://www.nalog.gov.ru/rn51/related\\_activities/statistics\\_and\\_analytics/forms/9648880/](https://www.nalog.gov.ru/rn51/related_activities/statistics_and_analytics/forms/9648880/) (дата обращения 18.03.2022).

## Прибрежное рыболовство Арктического региона: предложения по реорганизации

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-19-22

Заслуженный работник  
рыбной отрасли РФ

**А.А. Евенко** –

председатель Правления  
некоммерческой организации

«Ассоциация прибрежных  
рыбопромышленников

и фермерских хозяйств

Мурмана» (НО АПРФХМ);

доктор экономических наук,

профессор, заслуженный

экономист РФ

**А.М. Васильев** – главный

научный сотрудник Института

экономических проблем

им. Г.П. Лузина – обособленное

подразделение Федерального

исследовательского центра

«Кольский научный центр

Российской Академии наук»

@ vasiliev@pgi.ru

### Ключевые слова:

Мурманская область,  
прибрежное рыболовство,  
нормативно-правовая  
база, предложения по  
совершенствованию

### Keywords:

Murmansk region, coastal  
fisheries, regulatory framework,  
proposals for improvement

### COASTAL FISHERIES OF THE ARCTIC REGION: PROPOSALS FOR REORGANIZATION

Honored Worker of the Fishing Industry of the Russian Federation **A.A. Evenko** – Chairman of the Management Board, Head of the Non-profit organization «Association of coastal fishermen and farmers of Murman»

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

The socio-economic importance of coastal fishing in the development of the economy and social sphere of the Murmansk region is shown. Proposals have been developed to improve the functioning of coastal fisheries by transferring part of the regulatory powers to the regional level. To improve the socio-economic efficiency of the coastal fishery, the need to create a wholesale distribution center is substantiated.

Мурманская область была и остается одним из крупных хозяйствующих субъектов Российской Федерации, развивающих океаническое (промышленное) и прибрежное рыболовство, а также и перерабатывающие производства на берегу. В их основе лежит, прежде всего, добыча рыбы и морепродуктов, осуществляемая как в режиме прибрежного рыболовства в Белом и Баренцевом морях, так и в дальних районах Мирового океана.

В недалёком прошлом рыбная промышленность была градообразующей в г. Мурманск. В настоящее время социально-экономическое

значение рыбопромышленного комплекса также является значимым как для области, так и для страны.

По мнению мурманской рыбацкой общественности, обеспечение северян свежей и охлажденной рыбой, а береговых перерабатывающих предприятий – охлаждённым сырьём для производства доступных и демократичных по цене пищевых рыботоваров первой необходимости, должно стать краеугольным камнем и главной составляющей рыбохозяйственной политики органов региональной исполнительной и законода-

тельной власти на местах, а также и федеральных структур, расположенных в регионе. Обозначенный вид деятельности активно и реально влияет на уровень качества жизни людей на приморских территориях Российской Федерации, особенно заполярных.

В условиях, когда основная часть добывающих судов океанического рыболовства уже много лет практикует не заходить в порты Мурманска, прибрежное рыболовство сохраняет городу звание рыбацкой столицы Арктики, а также осуществляет на практике социально-экономические цели и задачи, поставленные Президентом Российской Федерации на заседании Президиума Госсовета по развитию рыбной отрасли 19 октября 2015 года.

Рыбаки побережья, береговые переработчики рыбного сырья предельно реалистично смотрят на обстановку в стране и в Арктическом регионе. С учётом этого и в меру своих возможностей, помогают Правительству области развивать различные формы рыночной торговли рыбой, обеспечивая таким образом население Северо-Западного округа рыбной продукцией по доступным сниженным ценам. Данное мероприятие прогрессивно и в полной мере влияет на продуктивную базу здорового питания людей, благоприятно сказывается на их жизнеобеспечении на Севере. Значительное влияние прибрежное рыболовство оказывает на занятость населения, в том числе на побережье, а также на городской бюджет столицы области.

Так, за период с 2009 по 2020 год судами предприятий – членов-участников некоммерческой организации «Ассоциации прибрежных рыбопромышленников и фермерских хозяйств Мурманска», (НО АПРФХМ), добыто порядка 123 тыс. т трески и пикши, а также незначительное количество прилова. Из них изготовлено и доставлено на Мурманский берег свыше 85 тыс. т указанной рыбы в охлажденном разделанном виде. При средней отпускной цене в 140 руб. за 1 кг стоимость продукции составила, примерно, 11 млрд 900 млн рублей. Вся эта денежная масса задействована в экономике области. Дополнительно образовано на постоянной основе около 1000 рабочих мест. Гарантированы рабочие места портовикам, рыбопереработчикам, судоремонтникам и другим специалистам, обслуживающим флот. Добавленная стоимость, при изготовлении на береговых предприятиях продукции глубокой переработки из поставленного прибрежным флотом сырья, используется в экономике региона<sup>1</sup>.

В то же время многолетняя практика функционирования прибрежного рыбохозяйственного комплекса свидетельствует о недостатках нормативно-правового поля, необходимого для полноценной деятельности данной отрасли хозяйства, в частности, об отсутствии эффективного механизма управления ею из федерального центра.

Прибрежное рыболовство – это, своего рода, локомотив социально-ориентированного промышленного производства по переработке рыбного сырья на берегу, идущий в авангарде рыбодобытчиков и поставляющий пищевую продукцию и рыбное сырьё

**Показано социально-экономическое значение прибрежного рыболовства в развитии экономики и социальной сферы Мурманской области. Разработаны предложения по улучшению функционирования прибрежного рыболовства путём передачи части регулирующих полномочий на региональный уровень. Для повышения социально-экономической эффективности прибрежного промысла обоснована необходимость создания оптово-распределительного центра.**

в охлажденном виде с Белого и Баренцева морей, с рек и озер водных акваторий Мурманской области на отечественный берег, прежде всего, мурманский. Результативность работы прибрежных промысловых компаний в море, рыболовных артелей на внутренних водоемах области, береговых перерабатывающих предприятий и обслуживающих предприятий сферы услуг и работ снижается и сдерживается несовершенством законодательства. Речь идет об отсутствии у региональных властей рычагов для оперативного вмешательства и разрешения на местах регулярно возникающих системно-образующих рабочих издержек, а у федеральных органов отсутствуют необходимые знания условий и особенностей регионов для разблокирования той или иной насущной проблемы, в силу их удалённости от мест производства. На урегулирование и согласование неотложных вопросов с вышестоящими инстанциями уходит много времени. Результаты промысла при этом минимизируются, сводятся почти к нулевому показателю. Уменьшается количество выпущенной продукции и страдает ее качество. Появляется социальная напряженность в трудовых коллективах.

Необходимо отметить, что такой расклад дел в большой степени порой образуется из-за управляемости данным хозяйством без учета государственного стратегического подхода к нему на месте.

Как следствие, товарный оборот рыбы, логистика ее продвижения, работа контролирующих, надзорных и иных задействованных органов сопровождаются конфликтными ситуациями, возникающими, как правило, по причине ничтожности или не проработанности спущенных сверху законов и подзаконных актов, обуславливающих указанный вид деятельности. У предприятий возникают материальные и производственные неувязки, на почве которых возникает ненормальная морально-психологическая обстановка, влекущая за собой вышеуказанную напряженность. Так, вследствие допущенной на федеральном уровне известной законодательной ошибки касательно первичной обработки рыбы на борту рыбопромысловых судов, хозяйствующие субъекты в течение 1,5 лет не могли отправлять суда на промысел без риска быть оштрафованными на крупные суммы. В это время Государственная Дума решала вопрос в каком виде прибрежным рыбакам доставлять рыбу на берег. В результате длительной неопределённости шесть добывающих предприятий прекратили свою работу в режиме

<sup>1</sup> Евенко А.А. Записка некоммерческой организации «Ассоциация прибрежных рыбопромышленников и фермерских хозяйств Мурманска» «О профильных вызовах прибрежного рыбодобывающего сообщества Мурманской области по дальнейшему обеспечению на ее территории продовольственной безопасности» (направлена в Правительство Мурманской области 04 апреля 2022 года, исх. №04\04\01).

прибрежного рыболовства и перешли на щадящий, по их меркам, вид лова – промышленный, а прибрежное рыболовство Северного рыбохозяйственного бассейна в 2020-2021 годах не доловило порядка 15514,618 т только тресковых видов рыб. Береговые рыбные фабрики недополучили 84385,444 т качественного охлажденного рыбного полуфабриката, общая стоимость которого составила бы для добывающих прибрежных предприятий 2167031715 рублей. Перерабатывающие предприятия понесли потери, вследствие уменьшения объемов товарной продукции и добавленной стоимости. Значительно упали прямые поставки свежей и охлажденной рыбы в торговые сети по схеме: борт судна – прилавок – население. Возникли сбои в работе социальной региональной программы «Наша рыба». Затормозились выезды по области рыбных ярмарок выходного дня. Всё это вызвало неудовлетворенность населения, с далеко идущими для области отрицательными последствиями.

В научных источниках существуют различные данные о величинах мультипликативного экономического эффекта, от заходящих в порт промысловых судов для выгрузки рыбной продукции, ремонта и приобретения других услуг. Так, согласно «Программе восстановления и стабилизации рыбохозяйственного комплекса Мурманской области», выполненной в 1996 г. группой специалистов рыбной отрасли Мурманской области, мультипликатор на 1 т, поставленной в порт трески и пикши, мог составить [1]:

- а) по объему реализации товаров и услуг – 2,75;
- б) по объему поступлений в бюджет и внебюджетные фонды – 1,9;
- в) по увеличению рабочих мест – 4,7.

Кроме того, мультипликативный эффект может быть получен в судоремонтном производстве. По данным НО «Союз судоремонтных предприятий», затраты на судоремонт, заходящих в российские порты, судов в среднем составляют около 10% от стоимости реализованной продукции судна.

В соответствии со статьей 72 Конституции Российской Федерации, в совместном ведении Российской Федерации и субъектов РФ находятся вопросы владения, пользования и распоряжения землей, недрами, водными и другими природными ресурсами. Эта конституционная норма позволяет улучшить управление прибрежным рыболовством путём передачи регионам части регулирующих полномочий, что позволит Правительству Мурманской области:

- обеспечить использование государственных ресурсов в роли одного из преобладающих факторов для общего развития области и в целом северо-западной части Арктики России;
- в освоении на прибрежных промыслах всех, выделяемых Мурманской области, квот на вылов водных биоресурсов, в том числе и нетрадиционных, малоиспользуемых;
- в увеличении поставок населению и береговым рыбным фабрикам качественной свежей и охлажденной рыбной продукции и сырья;
- в соблюдении баланса интересов государства и бизнеса;

- в улучшении торговли рыбой по сниженным ценам;
- в обеспечении рабочей силой береговых рыбоперерабатывающих предприятий и, связанных с ними, производств за счет местного населения;
- в улучшении качества питания и укрепления здоровья населения;
- в создании нормального морально-психологического климата среди рыбаков и рыбообработчиков;
- в улучшении социально-экономической обстановки в регионе.

Расчёты ИЭП КНЦ РАН<sup>2</sup> показывают, что при всем этом возрастет налоговая отдача и будет решена главная социальная задача правильного назначения и эффективного использования природных водных биологических ресурсов Баренцева и Белого морей [2].

Оперативное регулирование на региональном уровне прибрежного рыболовного и берегового перерабатывающего комплекса, а также и обслуживающих их организаций, будет разумно стимулировать и осуществляться на местах без оглядки на федеральный центр, что обязательно отразится на настроении людей и их работоспособности.

Мурманская область на достаточном уровне обеспечена и насыщена населением и специалистами, береговыми портовыми сооружениями, соответствующей рыбной инфраструктурой, сопутствующими производствами, а также – удобно и близко расположена на побережьях одновременно Белого и Баренцева морей.

На основе вышеизложенного, рыбопромышленники прибрежного добывающего и берегового перерабатывающего сообщества Мурманской области и учёные ИЭП КНЦ РАН предлагают законодательной и исполнительной властям Мурманской области:

- выступить инициаторами возобновления (продолжения) работы с Федеральными органами власти по перераспределению необходимой части полномочий по управлению прибрежным рыбопромышленным комплексом от Центра – региону.
- Правительству Мурманской области, с привлечением прибрежной рыбацкой общественности, разработать и внести в областной парламент проект регионального Закона «О прибрежной рыбохозяйственной деятельности на территории Мурманской области».

Полномочия, передаваемые на регион, по мнению большинства участников прибрежного рыбохозяйственного комплекса, должны быть наполнены содержанием, обеспечивающим управление:

- добычей водных биологических ресурсов в морских районах в режиме прибрежного рыболовства и дальнейшей их переработкой;
- судоремонтом, иными профильными работами и услугами, связанными с прибрежной рыбохозяйственной деятельностью;
- в разрешении конфликтных и проблемных вопросов с надзорными, контролирующими и иными органами власти на местах.

Учитывая факт, что в режиме прибрежного рыболовства ведут промысел только предприятия Мур-

<sup>2</sup> Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской Академии наук»

манской области и всего лишь одно предприятие от Республики Карелия, инициировать выход на соответствующие федеральные инстанции с предложением об утверждении города-порта Мурманск Центром управления прибрежным рыбохозяйственным комплексом в зоне ответственности Северного рыбохозяйственного бассейна.

В целях реализации безотходного производства на берегу, создать на территории областного центра универсальное предприятие по переработке рыбных и других биологических отходов, применяя принцип государственно-частного стратегического партнерства. Вырабатываемая на предприятии продукция (рыбная мука, рыбий жир, пищевые добавки и другие) пользуются спросом на внешнем и внутреннем рынках в качестве компонентов комбикормов, ветеринарных препаратов и других целей. Их наличие даст импульс для возрождения в области зверового пушного хозяйства и ветеринарной промышленности; будет толчком к развитию экспортной составляющей региона; улучшит кормовую базу сельского хозяйства области; покажет пример рачительного использования ВБР; исключит экологические катализмы в регионе.

В рамках регионального проекта «Новый Мурманск», на базе полученного опыта уже внедренной областной программы «Наша рыба», в первоочередном порядке актуализировать работу по организации строительства на территории Мурманской области, с применением современных методов торговой логистики, универсального оптово-розничного распределительного Центра. Создание такого предприятия будет содействовать ликвидации посреднического звена в реализации рыбной продукции, что позволит снизить розничные цены.

Поскольку в Мурманске намечено строительство оптово-розничного рынка «Нептуня», то он, по нашему мнению, может выполнять и функции Распределительного центра. Этот проект реально может войти отдельной локацией в проект «Новый Мурманск», который поддержан на федеральном уровне.

Для обеспечения ритмичности поставок качественной охлажденной рыбной продукции торговым сетям и сырья для перерабатывающих предприятий, проработать вопрос о создании в правовом поле отдельного муниципального (профильного) специализированного транспортно-промышленного прибрежного флота, частично подчиненного, на определенных стратегических условиях, муниципалитету или правительству Мурманской области. По нашему мнению, такой флот можно организовать в рамках государственно-частного партнерства на базе муниципалитета или области с привлечением, на первых порах, прибрежных судов ныне действующих предприятий прибрежных промыслов.

Для стимулирования увеличения масштабов прибрежного рыболовства и в целях снижения цен, на поставляемую судами, рыбную продукцию рекомендуется не взимать с участников промысла плату за представляемые промысловые квоты биоресурсов. Важна также поддержка предприятий прибрежного комплекса в виде субсидий из бюджета для возмещения части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях.

Для уточнения целей и задач, а также для придания импульса в функционировании прибрежного рыбохозяйственного комплекса целесообразно провести научно-практическую конференцию под эгидой регионального Правительства и областной Думы.

Предлагаемые мероприятия по развитию прибрежного рыболовства и береговой переработки рыбы, пополнят бюджеты всех уровней, положительно отразятся на благосостоянии северян, поднимут имидж рыбацкой столицы Заполярья, Центра Северо-Западной части зоны Арктики России. При определенных условиях они могут войти в историю как лучшие практики грамотного и эффективного использования государственного стратегического ресурса. В перспективе могут стать пригодными для масштабирования их в стране.

Приведенные в статье, предложения по развитию арктического прибрежного рыбохозяйственного комплекса направлены на обеспечение продовольственной безопасности в Северо-Западном регионе. Они продиктованы сегодняшней ситуацией в стране, предусматривающей обновление основных производственных фондов Арктической зоны Российской Федерации, в соответствии с задачами, поставленными Президентом страны В.В.Путиным и Правительством РФ в соответствующих федеральных и региональных документах [3; 4; 5].

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Васильев А.М. Теоретические основы повышения эффективности функционирования рыбной отрасли на Европейском Севере. – Апатиты: Изд-во Кол. науч. центра РАН, 2004. – 147 с.
1. Vasiliev A.M. Theoretical foundations of improving the efficiency of the fishing industry in the European North. – Apatity: Publishing House of the Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2004. – 147 p.
2. Научные и прикладные основы государственной политики функционирования ресурсно-сырьевой экономики на шельфе и в прибрежной зоне российской Арктики в условиях глобализации: отчет о НИР (заключит.): 0234-2014-0006 / Институт экономических проблем Кольского научного центра Российской Академии наук; науч. рук. Васильев А.М.; отв. исполн.: Васильев А.М., Куранов Ю.Ф., Фадеев А.М. [и др.]. – Апатиты, 2017. – 123 с.
2. Scientific and applied foundations of the state policy of the functioning of the resource and raw materials economy on the shelf and in the coastal zone of the Russian Arctic in the context of globalization: research report (concluded): 0234-2014-0006 / Institute of Economic Problems of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; scientific hands. Vasiliev A.M.; executive director: Vasiliev A.M., Kuranov Yu.F., Fadeev A.M. [et al.]. – Apatity, 2017. – 123 p.
3. Совещание по вопросам развития Арктической зоны 13 апреля 2022 г. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/68188> (дата обращения 25.04.2022).
3. Meeting on the development of the Arctic zone on April 13, 2022 URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/68188> (accessed 25.04.2022).
4. Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. N 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» // СЗ РФ. – 2020. – N° 44. – С. 6970.
4. Decree of the President of the Russian Federation dated October 26, 2020 No. 645 "On the Strategy for the development of the Arctic zone of the Russian Federation and ensuring national security for the period up to 2035" // SZ RF. – 2020. – No. 44. – P. 6970.
5. Постановление Правительства РФ от 30 марта 2021 г. N 484 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации"» // СЗ РФ. – 2021. – N° 14. – С. 2352.
5. Decree of the Government of the Russian Federation of March 30, 2021 N 484 "On approval of the state program of the Russian Federation "Socio-economic development of the Arctic zone of the Russian Federation" // SZ RF. – 2021. – No. 14. – P. 2352.

**Keywords:**

Caspian Sea, Caspian countries, marine scientific research, aquatic biological resources, Convention on the Legal Status of the Caspian Sea 2018, Agreement on the Conservation and Rational Use of Aquatic Biological Resources of the Caspian Sea 2014, Framework Convention for the Protection of the Marine Environment of the Caspian Sea 2003, draft Agreement on cooperation in the field of scientific research in the Caspian Sea

## Перспективы международно-правового регулирования проведения научных исследований водных биологических ресурсов в Каспийском море

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-23-26

Доктор юридических наук, профессор **Д.К. Бекашев** – Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (МГИМО МИД России); магистр международного права **Г.Г. Галстян** – старший специалист Отдела международного рыболовного права ФГБНУ «ВНИРО

@ dambek@yandex.ru;  
galstyan@vniro.ru

**Ключевые слова:**

Каспийское море, прикаспийские страны, морские научные исследования, водные биологические ресурсы, Конвенция о правовом статусе Каспийского моря 2018 г., Соглашение о сохранении и рациональном использовании водных биологических ресурсов Каспийского моря 2014 года, Рамочная конвенция по защите морской среды Каспийского моря 2003 года, проект Соглашения о сотрудничестве в сфере научных исследований на Каспийском море

### PROSPECTS OF INTERNATIONAL LEGAL REGULATION OF SCIENTIFIC RESEARCH OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES IN THE CASPIAN SEA

Doctor of Juridical Sciences, Professor **D.K. Bekyashev** – Moscow State Institute of International Relations (MGIMO MFA Russia), dambek@yandex.ru  
**G.G. Galstyan** – Senior Specialist of the Department of International Fishing Law of VNIRO, Master of International Law

The article examines the international legal consolidation of the term "marine scientific research" and its content, analyzes the key international legal acts regulating the issues of scientific research in the Caspian region. The contribution of the Caspian states to the development of interstate cooperation in the field of marine scientific research is shown. The prospects for international legal regulation of scientific research of aquatic biological resources in the Caspian Sea are considered.

В настоящее время в Евразии Каспий является одним из ключевых стратегических водоемов, располагающий богатым ресурсным потенциалом, в том числе – различными видами водных биологических ресурсов. Ихтиофауна Каспия насчитывает около 150 видов и подвидов рыб, морского зверя и ракообразных. Особый статус, безусловно, принадлежит осетровым – реликтовым обитателям, существующим здесь уже сотни миллионов лет. Их мировой генофонд сохранился только в Каспийском море.

Однако за последние десятилетия в экосистеме Каспия произошли серьезные измене-

ния, вызванные негативными антропогенными и природными факторами. Их совокупное воздействие существенно отразилось на популяции ценных промысловых объектов: килек, сельди, тюленей и, особенно, осетровых [1]. Каспийское море считается замкнутой природной системой, что делает его очень уязвимым ко всему негативному антропогенному воздействию. В этой связи нарушение состояния в одном каспийском регионе приводит к отрицательному влиянию на значительную часть всей экосистемы. Одним из важнейших механизмов сохранения уникальной экосистемы Каспий-

ского моря являются морские научные исследования, направленные на изучение водных биоресурсов данного водоема. Для обеспечения эффективного международного сотрудничества в области морских научных исследований, прикаспийские государства стремятся к укреплению международно-правового взаимодействия друг с другом.

Отметим, что морские научные исследования – одно из главных средств обеспечения рационального использования водных биологических ресурсов. В международном праве под **морскими научными исследованиями** понимается любая, не противоречащая общепризнанным принципам международного права, научная деятельность в море, целью которой является получение новых научных данных, обнаружение ранее неизвестных фактов или открытие законов природы, расширение объема человеческих знаний о мире, вне зависимости от того, в каких областях они в дальнейшем могут быть применены [2]. Положения, касающиеся морских научных исследований биологических ресурсов, содержатся в ст. 56, 77, 87, а также в главе XIII «Морские научные исследования» Конвенции ООН по морскому праву 1982 года.

По нашему мнению, в настоящее время отчетливо прослеживается потребность в расширении и углублении научных исследований морских живых ресурсов, являющихся основой для принятия решений по управлению рыболовством. Без детального исследования ресурсов и среды их обитания невозможно принять государствами и региональными организациями по управлению рыболовством объективных решений по сохранению ресурсов и управлению рыболовством. Государства самостоятельно, в сотрудничестве друг с другом или компетентными международными организациями должны продолжать стремиться к более полному пониманию и познанию океанов и глубоководной морской среды, включая, в частности, объемы и уязвимость глубоководного биоразнообразия и экосистем, путем активизации своих морских научных исследований. В целях упорядочения таких исследований было бы целесообразно разработать в рамках ООН, на базе части XIII Конвенции ООН по морскому праву 1982 г. и других универсальных международно-правовых актов, документ под условным названием «Соглашение о порядке проведения морских научных исследований морских живых ресурсов и передачи полученных результатов такой деятельности» [3].

Отметим, что без проведения морских научных исследований живых ресурсов невозможна эффективная реализация основных, на данный момент, принципов международно-правового управления рыболовством: устойчивого использования морских живых ресурсов, предосторожного и экосистемного подходов. Особенно это важно для принципа предосторожного подхода, поскольку государства, при принятии

В статье исследовано международно-правовое закрепление термина «морские научные исследования» и его содержание, проанализированы ключевые международно-правовые акты, регламентирующие вопросы научных исследований в Каспийском регионе. Показан вклад прикаспийских государств в развитие межгосударственного сотрудничества в области морских научных исследований. Рассмотрены перспективы международно-правового регулирования проведения научных исследований водных биологических ресурсов в Каспийском море.

решений по управлению рыболовством, обязаны руководствоваться научными данными о состоянии запасов ВБР, а отсутствие таких данных или наличие неподтвержденных данных не может служить основанием или оправданием для непринятия мер по сохранению ресурсов [4]. Такие точные данные возможно получить исключительно при проведении морских научных исследований. Результаты экспедиционных исследований позволяют оценить численность и биомассу водных биологических ресурсов во взаимодействии со средой обитания и дать прогноз их состояния в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе [5].

Несмотря на то, что Каспий не подпадает под сферу действия Конвенции ООН по морскому праву 1982 г., тем не менее положения этого международного договора являются основой для формирования и дальнейшего совершенствования международно-правового регулирования проведения научных исследований в Каспийском море.

Следует отметить, что пять прикаспийских государств уже создали внушительную международно-правовую базу сотрудничества в Каспийском регионе, в том числе – в области проведения морских научных исследований.

В результате тяжелейших переговоров, в том числе на уровне президентов пяти стран, в 2017 г. была завершена работа над проектом юридически обязательного документа о новом правовом режиме Каспийского моря – уникального международного водоема [6]. Так, 12 августа 2018 г. была принята *Конвенция о правовом статусе Каспийского моря* (далее – Конвенция 2018 г.), подписанная на V Саммите глав прикаспийских государств в г. Актау (Казахстан). Сфера регулирования Конвенции 2018 г. затрагивает и вопросы проведения государствами морских научных исследований, в том числе в области рыболовства.

В соответствии с п. 17 ст. 3 Конвенции 2018 г., одним из принципов, на основании которого осуществляется деятельность прикаспийских государств, является проведение морских научных исследований за пределами территориальных вод каждого государства, в соответствии с согласованными Сторонами правовыми нормами, при соблюдении суверенных и исключительных прав прибрежных

государств, а также установленных ими в этой связи правил в отношении определенных видов исследований.

Вместе с тем, следует заметить, что на данный момент Конвенция 2018 г. не вступила в силу, так как она не ратифицирована Ираном. Иранская сторона поставила условие, согласно которому Конвенция 2018 г. будет ратифицирована только после принятия Соглашения о методике установления прямых исходных линий на Каспии.

Правовое регулирование в области морских научных исследований в данном регионе связано и с *Соглашением о сохранении и рациональном использовании водных биологических ресурсов Каспийского моря* 2014 г. (далее – Соглашение 2014 г.). В преамбуле Соглашения 2014 г. отмечается важность проведения согласованных научных исследований для сохранения, воспроизводства и рационального использования водных биологических ресурсов Каспийского моря.

В соответствии со ст. 4 Соглашения 2014 г., одним из принципов сотрудничества прикаспийских государств является применение научных исследований в качестве основы для сохранения водных биологических ресурсов и управления совместными ВБР. На основании данного принципа, в соответствии со ст. 5, государства-члены осуществляют сотрудничество в проведении согласованных научных исследований, а также – в области обмена научной информацией и специалистами, проведении семинаров, конференций и курсов обучения.

В целях реализации вышеуказанных направлений сотрудничества и в соответствии со ст. 10 Соглашения 2014 г. создана Комиссия по сохранению, рациональному использованию водных биологических ресурсов и управлению их совместными запасами (далее – Комиссия). Одной из задач Комиссии является утверждение и координирование согласованных программ научно-исследовательских работ по совместным водным биологическим ресурсам, а также установление периодичности проведения таких работ. На данный момент состоялось 5 заседаний Комиссии (последнее прошло 20-22 декабря 2021 г. в режиме видеоконференции).

Морские научные исследования являются предметом регулирования и *Рамочной конвенции по защите морской среды Каспийского моря 2003 года*. В соответствии со ст. 20 данной конвенции, государства-члены осуществляют сотрудничество в области проведения научных исследований морской среды Каспийского моря. Для этого ими предпринимаются усилия по разработке или интенсификации, по мере необходимости, специальных научных программ, направленных, в частности, на совершенствование знаний о гидрологическом режиме и динамике экосистемы Каспийского моря, включая колебания уровня моря и влияние таких колебаний на морскую и прибрежные экосистемы.

С уверенностью можно констатировать, что данными международно-правовыми актами регулирование вопросов морских научных исследований на Каспии не ограничится. Прикаспийские страны продолжают развивать сотрудничество в данном направлении путем разработки специального документа по морским научным исследованиям. В целях реализации положений Конвенции 2018 г., а также иных международно-правовых актов, затрагивающих каспийский регион, по инициативе Туркменистана было предложено разработать международно-правовой документ, который бы регламентировал сотрудничество стран каспийского региона в сфере научных исследований, в том числе – в части водных биоресурсов. В этой связи был выработан текст *проекта Соглашения о сотрудничестве в сфере научных исследований на Каспийском море* (далее – проект Соглашения). На конец апреля 2022 г. текст данного документа находится на финальной стадии согласования по дипломатическим каналам.

В проекте Соглашения Стороны выработали определение морских научных исследований, под которыми понимаются, проводимые в мирных целях, фундаментальные или прикладные исследования и экспериментальные работы, направленные на получение знаний по всем аспектам природных процессов Каспийского моря. Под понятие природных процессов подпадает и состояние водных биоресурсов.

Текст проекта Соглашения предусматривает принципы сотрудничества, которыми следует руководствоваться прикаспийским государствам при осуществлении морских научных исследований:

- 1) морские научные исследования должны проводиться в мирных целях;
- 2) морские научные исследования проводятся в соответствии с иными положениями рассматриваемого проекта Соглашения, Конвенцией 2018 г., а также Рамочной конвенцией по защите морской среды Каспийского моря от 4 ноября 2003 г. и Протоколов к ней;
- 3) морские научные исследования не должны создавать неоправданных помех другим правомерным видам использования Каспийского моря.

В ч. 1 ст. 5 проекта Соглашения определены основные направления сотрудничества по развитию морских научных исследований, среди которых следует особо выделить следующие:

- создание благоприятных условий для проведения морских научных исследований;
- разработка и совершенствование методологий и технологий проведения морских научных исследований;
- объединение усилий ученых при изучении существа явлений и процессов, происходящих в Каспийском море, и взаимосвязей между ними.

19 января 2022 г. состоялись 9-е пятисторонние экспертные консультации по согласо-



нию проекта Соглашения. По итогам данного мероприятия Стороны выразили удовлетворение высокой готовностью документа, снятием субстантивных «экспертных» вопросов и необходимостью в дальнейшем только технической редакции Соглашения. По их мнению, документ готов к внутригосударственным процедурам согласования. Туркменская сторона сообщила, что последняя версия документа, по итогам 9-й встречи экспертов по согласованию проекта Соглашения между правительствами прикаспийских государств о сотрудничестве в сфере научных исследований на Каспийском море, будет выслана в скором времени по дипломатическим каналам.

Таким образом, можно констатировать, что работа по развитию международного сотрудничества прикаспийских государств в области морских научных исследований, в том числе в части водных биоресурсов, а также выработка международно-правовых механизмов регламентации данного процесса ведется достаточно активно. Следует полагать, что подписание и последующее вступление в силу проекта Соглашения о сотрудничестве в сфере научных исследований на Каспийском море создаст необходимую правовую базу для развития взаимного партнерства по исследованию водных биологических ресурсов в этом водоеме, в особенности ценных промысловых видов.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Использование каспийского потенциала биоресурсов // «Каспийский вестник». [Электронный ресурс] URL: <http://casp-geo.ru/ispolzovanie-kaspijskogo-potentsial/>. Дата обращения: 31.03.2022.
1. The use of the Caspian potential of bioresources // "Caspian Bulletin". [Electronic resource] URL: <http://casp-geo.ru/ispolzovanie-kaspijskogo-potentsial/>. Date of appeal: 31.03.2022.
2. Международное публичное право: учебник / Л.П. Ануфриева, К.А. Бекашев, Е.Г. Моисеев, В.В. Устинов [и др.]; отв. ред. К.А. Бекашев. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Проспект, 2011. – 1008 с.
2. International public law: textbook / L.P. Anufrieva, K.A. Bekyashev, E.G. Moiseev, V.V. Ustinov [et al.]; ed. by K.A. Bekyashev. – 5th ed., reprint. and additional – Moscow: Prospekt, 2011. – 1008 p.
3. Бекашев Д.К. Международно-правовые проблемы управления рыболовством: монография. – Москва: Проспект, 2017. – 512 с.
3. Bekyashev D.K. International legal problems of fisheries management: monograph. – Moscow: Prospekt, 2017. – 512 p.
4. Бекашев Д.К. Международно-правовой принцип предосторожного подхода в управлении рыболовством // Евразийский юридический журнал. – 2016 г. – № 2 (93). – С. 44-50.
4. Bekyashev D.K. The international legal principle of a precautionary approach in fisheries management // Eurasian Legal Journal. – 2016 – No. 2 (93). – Pp. 44-50.
5. Мажник А.Ю. История экспедиционных исследований на Каспии / А.Ю. Мажник, А.Д. Власенко, Н.Г. Дегтярева // Вопросы рыболовства. – 2007. – Т.8. – №4 (32). – С. 586-598.
5. Mazhnik A.Yu. History of expeditionary research in the Caspian Sea / A.Yu. Mazhnik, A.D. Vlasenko, N.G. Degtyareva // Fishing issues. - 2007. – Т.8. – №4 (32). – Pp. 586-598.
6. Бекашев К.А. Каспийское море и его ресурсы под защитой международного права / К.А. Бекашев, Д.К. Бекашев, Г.Г. Галстян / Рыбное хозяйство. – 2018. – № 5. – С. 21-27.
6. Bekyashev K.A. The Caspian Sea and its resources under the protection of international law / K.A. Bekyashev, D.K. Bekyashev, G.G. Galstyan / Fisheries. – 2018. – No. 5. – Pp. 21-27.

## Заслуженному работнику рыбного хозяйства России Владимиру Абдурмановичу Измайлову – 80 лет!



*Ветераны рыбного хозяйства СССР и России поздравляют Владимира Абдурмановича со славным 80-летием со дня рождения и искренне желают ему крепкого здоровья, семейного благополучия, исполнения всех желаний и благодарят за совместный многолетний труд на благо Отечества!*

Владимир Абдурманович родился 7 февраля 1942 г. в с. Бурнашево Смоленской области.

Высшее образование он получил в 1964 году в Московском гидромелиоративном институте по специальности «инженер-гидротехник».

В этом же году было положено начало его трудовой биографии в институте «Гидропроект» Минэнерго СССР в должности инженера, старшего инженера, руководителя проектной группы.

Со второго десятилетия трудового пути началось предметное, основательное погружение на долгие четыре десятилетия в решение проблем многоотраслевого рыбного хозяйства.

С 1974 по 1984 годы Владимир Абдурманович последовательно прошел путь от проектировщика до главного инженера института «Гидрорыбпроект» Минрыбхоза СССР, занимаясь проектированием гидротехнических, мелиоративных и прудовых сооружений.

Залогом его профессионального карьерного роста, как специалиста, организатора и руководителя, были знания, трудолюбие, целеустремленность, ответственность, выдержка, уважительное отношение к людям, умение сплотить коллектив и создать условия для реализации потенциала в процессе решения поставленных задач и достижения конечных целей.

Под его руководством и непосредственном участии осуществлялась разработка схем развития рыбного хозяйства СССР, комплексных целевых программ, предусматривающих сохранение, регулирование рыболовства в интересах рационального использования сырьевой базы рыболовства на инновационной основе.

В маловодные 1982 и 1983 годы В.А. Измайлов, будучи главным инженером института «Гидрорыб-

проект» успешно провел производственные испытания, построенного в низовьях Волги, уникального гидротехнического сооружения – Нижневолжского вододелителя, предназначенного для распределения волжского стока и обводнения наиболее продуктивных нерестилищ ценных полупроходных рыб. Урожайность молоди рыб, при работе вододелителя в маловодные годы, увеличилась в 3-4 раза, по сравнению с аналогичными по водности годами.

Необходимо отметить большой вклад В.А. Измайлова в развитие лососевого хозяйства страны, начиная от разработки комплексной целевой программы до ее реализации, что позволило увеличить вылов лосося с 50-100 тыс. тонн в 80-е годы до сегодняшних 450-600 тыс. тонн.

С 1984 по 1997 гг. Владимир Абдурманович занимал главные в отрасли должности в области охраны, воспроизводства ВБР и регулирования рыболовства.

За последние четверть века все рыболовные лососевые заводы Дальнего Востока были реконструированы и переведены на новые, разработанные под его руководством, биотехнологии, что позволило на порядок увеличить промысловый возврат от выпускаемой заводами молоди. Построены новые рыболовные лососевые заводы на Камчатке и Магаданской области, реконструированы осетровые заводы на Каспийском и Азовском бассейнах.

В наиболее сложное время перестройки, В.А. Измайлову было поручено в 1987 году возглавить Главрыбвод Минрыбхоза СССР. Для успешного решения задач по охране ВБР, в новых условиях хозяйствования, требовалось совершенствование всей системы управления рыбоохранной деятельностью.

Под его руководством была разработана и внедрена новая концепция охраны ВБР, включающая

в себя систему спутникового наблюдения и контроля за промыслом, с использованием специальных воздушных средств, крупных быстроходных морских судов с вертолетами на борту и быстроходных речных, озерных катеров с приборами ночного видения и оборудованием, позволяющим определить направление и скорость движения судов-нарушителей.

В 1998 году он был переведен в Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации на должность заместителя руководителя Департамента по рыболовству и в этом же году назначен на должность заместителя Министра.

С 1999 по 2001 годы В.А. Измайлов работал заместителем председателя, статс-секретарем Госкомитета РФ по рыболовству. Активно участвовал в разработке законодательства в сфере рыбного хозяйства. Под его руководством и непосредственном участии был разработан ряд действующих в настоящее время, федеральных законов, таких как «Закон о Континентальном шельфе РФ», «Закон об исключительной экономической зоне РФ», «Кодекс административных правонарушений», «Административно-процессуальный кодекс» и другие нормативные акты.

В 2006 году В.А. Измайлов вновь назначен заместителем Министра сельского хозяйства России, курирующим вопросы разработки государственной политики и нормативно-правового регулирования деятельности Минсельхоза России в области рыболовства и охоты. Именно в это время была организована масштабная работа по подготовке документов о состоянии и первоочередных мерах по выводу отечественного рыбного хозяйства из затяжного системного кризиса. Количественные и качественные показатели, характеризующие конечные результаты отрасли (добыча, выпуск продукции, душевое потребление рыбопродуктов, уровень рентабельности, инвестиции в основной капитал) достигли минимальных значений за период новой России.

Рабочая группа под руководством В.А. Измайлова, созданная решением правительства для под-

готовки необходимых документов к заседанию Госсовета под председательством Президента России, сумела донести до власти глубину кризисного состояния отрасли и предложила комплекс мер нормативно-правового характера, направленных на стабилизацию и вывод ее на траекторию устойчивого поступательного развития.

Поручения Президента России В.В. Путина органам законодательной и исполнительной власти, по результатам Госсовета, состоявшегося в августе 2007 г., стали судьбоносными для отечественного рыбного хозяйства и локомотива его развития, каким является рыболовство.

Начиная со второй половины первого десятилетия текущего века, в рыбном хозяйстве страны сформировался вектор поступательного устойчивого развития по абсолютному большинству отраслевых и народнохозяйственных показателей.

За время работы в штабе отрасли (Минрыбхоз СССР, Госкомрыболовство, Минсельхоз РФ) по поручению правительства, В.А. Измайлов в разные годы представлял и отстаивал рыбохозяйственные интересы государства в Смешанных комиссиях по рыболовству (Российско-Норвежская, Российско-Японская и др.), участвовал в межправительственных консультациях в области рыболовства со странами ЕС, США, Канадой, Японией, Норвегией, Исландией, Данией и другими.

Благодаря активной международной деятельности, также был заметен его вклад в упрочнение позиции России в межправительственных комиссиях и международных договорах в сфере рыболовства, что позитивно сказалось на сохранении и расширении сырьевой базы рыболовства для отечественного флота.

За достигнутые успехи и многолетний труд в системе рыбного хозяйства страны В.А. Измайлов неоднократно отмечался государственными и ведомственными наградами, высокими почетными званиями, премией Правительства РФ.



## Креветка углохвостая *Pandalus goniurus* – перспективный промысловый объект в северной части Охотского моря

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-29-33

Фотографии к статье: Е.А. Метелёв

**В.Г. Григоров** – заведующий лабораторией промысловых беспозвоночных;  
Кандидат биологических наук  
**Е.А. Метелёв** – заместитель руководителя филиала;  
**А.Д. Абаев** – главный специалист Магаданский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»)  
Д-р биол. наук, доцент  
**А.А. Смирнов** – главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»); профессор Северо-Восточного государственного университета (СВГУ)

@ evgeniy\_metelyov@mail.ru;  
andrsmir@mail.ru

### Ключевые слова:

Охотское море, Северо-Охотоморская подзона, креветка углохвостая, промысел, вылов, освоение

### Keywords:

Okhotsk Sea, North Okhotsk Sea subzone, angled-tailed shrimp, fishing, catch, development

### THE ANGLED-TAILED SHRIMP *PANDALUS GONIURUS* IS A PROMISING FISHING OBJECT IN THE NORTHERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK

**V.G. Grigorov** – Head of the laboratory of commercial invertebrates; Candidate of Biological Sciences  
**E.A. Metelyov** – Deputy Head of the branch;  
**A.D. Abaev** – Chief expert  
The Magadan branch of FSBSI "VNIRO" ("Magadanniro")  
Doctor of biological sciences, associate Professor **A.A. Smirnov**, chief researcher of the Department of marine fish of the Far East, all-Russian Research Institute of fisheries and Oceanography" (FSBSI "VNIRO"); Professor at northeastern state University (northeastern state University)

The history of the study of the angled-tailed shrimp, which lives in the northern part of the Sea of Okhotsk, is considered. Based on the materials collected in 2000-2020, the ecology and some features of the biology of this shrimp are presented, the course of fishing and catch is analyzed. The prospects of its industrial development are shown.

Креветки – важный объект промыслового рыболовства. Они имеют высокое содержание белка, незаменимых жирных кислот, жирорастворимых витаминов.

Среди креветок в Охотском море основное промысловое значение в настоящее время имеет креветка северная (*Pandalus borealis*), вылов которой в северной части этого моря достигает 2,8 тыс. т, длина тела доходит до 150 мм [1; 2].

На втором месте по численности стоит креветка углохвостая (*Pandalus goniurus*) – массовый вид на шельфе дальневосточных морей России [3].

Эта креветка – самая мелкая среди промысловых видов рода *Pandalus* в дальневосточных морях: установлено, что в северной части Охотского моря основную часть этого объекта в промысловых уловах составляют особи с длиной тела от 50 до 80 мм [4].

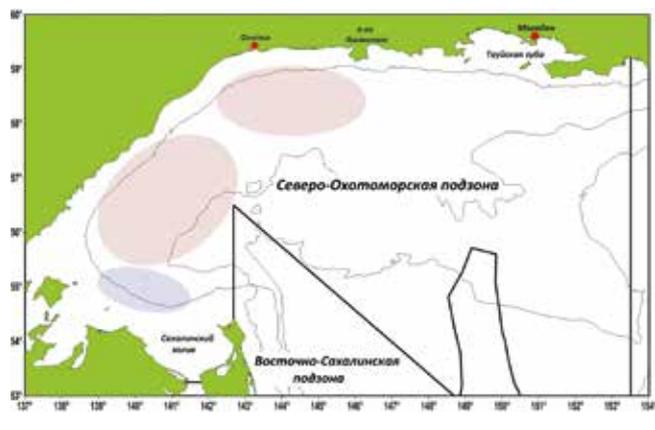
Углохвостая креветка имеет высокое содержание белка (19,7%) и очень низкое – жира (0,1%) [5].

Промысел углохвостой креветки в Охотском море до 2000 г. не проводился. В летний период 2000 г. специалиста-

ми «МагаданНИРО» была выполнена поисковая съёмка, в результате которой были обнаружены плотные поселения углохвостой креветки в Шантарском районе Северо-Охотоморской промысловой подзоны (далее – СОМ) и даны рекомендации для организации её специализированного промысла [6].

В дальнейшем, по материалам многолетних исследований «МагаданНИРО», установлено, что креветка встречается в северной части Охотского моря на глубинах 35-400 м от зал. Шелихова до Шантарских островов, предпочитая участки с глубинами 80-130 м и илистыми грунтами. Разведанные плотные скопления углохвостой креветки в Охотском море сосредоточены в Шантарском районе северо-западной части моря [7] и в Притауйском районе, где этот вид постоянно встречается в прилове при промысле северной креветки и присутствует в уловах до глубин 200-210 м [8].

Есть также данные о встречающихся относительно плотных скоплениях углохвостой кревет-



**Рисунок 1.** Район промысла креветки углохвостой 2004-2021 – Охотск

**Figure 1.** Angled-tailed shrimp fishing area 2004-2021 – Okhotsk

Рассматривается история изучения креветки углохвостой, обитающей в северной части Охотского моря. На основе материалов, собранных в 2000-2020 гг., приведены экология и некоторые черты биологии этой креветки, анализируется ход промысла и вылов. Показаны перспективы её промышленного освоения.

ки в районе п. Охотск. Район основных скоплений этого вида в северной части Охотского моря показан на рисунке 1.

Во все годы исследований креветки углохвостой в СОМ, характерной особенностью распределения её скоплений являлось наличие ярко выраженных вертикальных суточных миграций. В светлое время суток креветки концентрируются в придонном слое воды. С наступлением тёмного времени суток значительная часть их поднимается в толщу воды, вслед за кормовыми организмами, на высоту 8-10 м (максимально до 60 м) и выходит из зоны облова трала. Горизонтальное распределение плотных скоплений креветок также нестабильно. На одном и том же участке плотность скоплений, в течение нескольких суток лова, может меняться на порядок.

Для данного вида характерно образование очень плотных одновидовых скоплений, поэтому в тралениях, выполненных на участках концентрации креветки углохвостой, улов в светлое время суток на 95% состоит из креветок данного вида [9].

Анализ размерного состава, по многолетним данным с помощью метода отклонений и с учётом биологического состояния креветок, позволил установить, что самцы этой креветки созревают в основной массе на втором году жизни, при длине тела около 50 мм, и в течение 1-2 лет функционируют в этой роли. На 3-4 году жизни, при длине тела 65-75 мм, креветки меняют пол и становятся самками, после чего живут ещё 2-3 года, достигая размера около 90 мм. Основу используемого запа-



са составляют особи, возраст которых оценивается в 3-5 лет (размером 60-80 мм). По обобщённым данным, уровень 50% половозрелости самок креветки углохвостой Шантарского района соответствует размеру 73 мм.

Нерест половозрелых самок и выход личинок в планктон у креветки углохвостой происходит в мае-июне в районах массового обитания на глубинах 90-130 м [7].

Биологическая характеристика креветки углохвостой в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря в 2000-2019 гг. приведена в таблице 1.

Средняя плотность скоплений креветки углохвостой в северо-западной части Охотского моря (в Шантарском районе и районе Сахалинского залива), в пределах СОМ, по данным исследований «МагаданНИРО», изменялась в широких пределах – от 9,6 до 78,9 т/км<sup>2</sup>. Стоит отметить, что по большей части эти работы носили поисковый характер, в связи с чем, в отдельные годы, районы

работ не были оптимальны для исследований скоплений углохвостой креветки, имеющих высокую плотность.

В 2000 г. впервые добычу креветки углохвостой осуществляли 4 судна, суммарный улов которых составил 120 т, а суточные уловы одного судна достигали 4 тонн. Однако отсутствие рынков сбыта и предлагаемая низкая цена на изготовленную продукцию, главным образом из-за небольших, по сравнению с креветкой северной, размеров тела, заставили промышленников надолго свернуть добычу этой креветки.

Для стимулирования использования ресурса креветки углохвостой, с 2013 г. этот вид был отнесён к объектам, для которых ОДУ не устанавливается, т.е. – к объектам РВ.

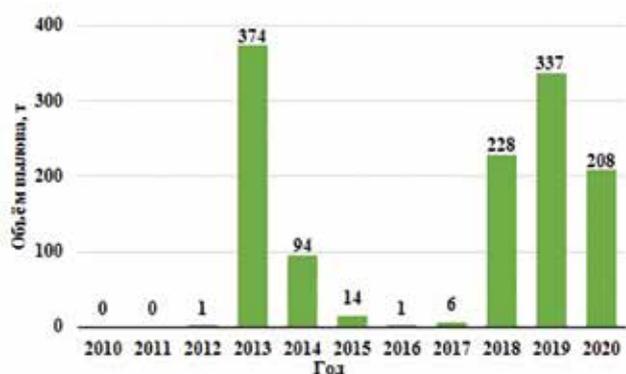
«МагаданНИРО», по результатам исследований, ежегодно прогнозирует объёмы рекомендованного вылова (РВ) углохвостой креветки – научно обоснованной меры возможного

**Таблица 1.** Биологическая характеристика креветки углохвостой в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря в 2000-2019 годы / **Table 1.** Biological characteristics of the angled-tailed shrimp in the North Okhotsk Sea subzone of the Sea of Okhotsk in 2000-2019

Годы	Размеры		Масса тела, г	Половой состав, %			Доля промысловых особей, %	Глубины, м
	ДК, мм	ДТ, мм		юв+♂	♂♀	♀		
2000	10,0-23,5 17,5±0,02	30-91 68,3±0,2	0,5-7,5 3,3±0,04	51	15	34	92	80-156
2002	10,2-24,3 19,4±0,03	40-91 73,4±0,1	0,5-8,4 4,1±0,02	53	1	46	97	95-133
2003	11,0-23,8 18,8±0,06	43-89 71,0±0,2	0,6-7,8 3,7±0,04	43	14	43	91	125-128
2004	12,1-22,8 15,8±0,07	47-86 60,2±0,3	0,8-6,8 2,1±0,04	86	6	8	37	110-128
2005	8,9-25,0 17,2±0,09	35-93 65,3±0,3	0,6-6,8 3,2±0,05	63	1	36	75	92-118
2008	13,2-23,6 18,2±0,09	54-90 71,7±0,3	1,4-9,9 4,3±0,07	56	1	43	94	184
2008*	12,9-25,8 18,3±0,06	52-98 71,4±0,2	1,3-12,5 4,4±0,05	55	1	44	94	175-260
2009	14,3-23,3 18,5±0,14	57-89 72,2±0,5	1,8-9,4 4,5±0,01	43	5	52	97	137
2009*	12,3-28,3 17,4±0,1	50-107 68,5±0,3	1,1-18,4 3,9±0,06	72	1	27	84	180-290
2010*	9,6-26,4 19,7±0,1	41-103 79,8±0,5	0,5-13,2 5,4±0,1	13	14	73	99	110-173
2011	12,8-23,3 18,3±0,1	49-86 68,7±0,2	1,1-7,0 3,3±0,1	44	2	54	86	101-160
2013	11,0-27,4 18,3±0,1	45,7-103,7 71,4±0,2	-	49	10	41	88	116-300
2014*	15,2-25,2 21,0±0,2	60,6-101,3 83,6±0,8	-	7	-	93	100	162-170
2016	9,6-24,6 17,5±0,1	40,8-93,8 68,7±0,3	-	20	12	68	79	57-119
2017	12,2-22,6 17,8±0,06	50,0-86,7 69,3±0,2	-	59	2	39	94	75-144
2018	11,9-24,2 17,7±0,2	48,6-92,9 69,6±0,7	-	34	7	59	82	48-105
2019	6,7-26,0 17,2±0,03	29,7-98,1 68,0±0,12	-	54	43	3	78	26-168

**Примечание:** ДК – длина карапакса, ДТ – длина тела; числитель – размах колебаний, знаменатель – среднее значение и ошибка; юв+♂ – ювенильные особи и самцы; ♂♀ – переходные особи; ♀ – самки.

\* – По материалам прилова креветки углохвостой на промысле креветки северной в Притауйском районе



**Рисунок 2.** Вылов креветки углохвостой в Северо-Охотоморской подзоне в 2010-2020 гг., т

**Figure 2.** Fishtail shrimp catch in the North Sea of Okhotsk subarea in 2010-2020 year, tons

годового промыслового изъятия, при котором наделение квотами ведется по заявительному принципу.

Введение такой меры вызвало некоторую заинтересованность рыбопромышленных компаний к освоению её запасов. Так, после длительного перерыва, в 2013 г. вновь была предпринята попытка организации промышленного лова креветки углохвостой. В Шантарском районе (на траверзе о. Рейнеке), на глубинах 100-120 м

одним судном за 20 промысловых дней было добыто более 370 т креветки, что составляло 24% от РВ. Максимальный суточный вылов составил 32 т, средний – 18,6 тонн.

С учётом полученного опыта, промышленный лов креветки углохвостой был продолжен в 2014 г. силами уже 2 судов, принадлежащих 2 компаниям. Максимальный суточный улов этой креветки составлял 8,4 т, средний – 4,6 т. Всего было добыто 94,4 тонны.

В период 2015-2017 гг. попытки организовать полномасштабный промысел креветки углохвостой в СОМ предпринимались, однако скоплений высокой плотности в эти годы обнаружить не удалось. Общий вылов этого объекта в эти годы не превышал 14,4 тонн.

В 2018 г. на добыче креветки углохвостой в Шантарском районе было задействовано 2 судна, которые в течение 1 месяца (с 28 июня по 30 июля) освоили около 15% от РВ (227,5 т). Уловы судов варьировали от 1,3 до 10,4 т в сутки, составив в среднем 5,8 т/сутки.

В 2019 г. добычу креветки углохвостой в СОМ осуществляли 4 судна. В течение июня в Шантарском районе было выловлено около 337 т этой креветки или 54% от РВ. Суточные уловы судов изменялись от 0,23 до 10,0 т, в среднем составив 4,7 тонн.

В 2020 г. на промысле креветки углохвостой в Шантарском районе было задействовано 3 судна, оснащенных специализированными

креветочными травами. В течение 2 и 3 декады июня было выловлено около 200 тонн. Суточные уловы судов изменялись от 0,47 до 14,9 т, в среднем составив 6,8 тонн. Ещё одно судно отчиталось о промысле креветки углохвостой с помощью ловушек. Добыча ловушками осуществлялась фрагментарно с июня по октябрь, а уловы составили от 0,1 до 0,8 т/сут., в среднем 0,29 тонн. В целом за 2020 г. в СОМ было выловлено 208 т креветки углохвостой, что составило 33% от РВ.

В целом, в 2010-2020 гг., при ежегодных рекомендованных объемах изъятия от 624 до 1576 т, освоение креветки углохвостой в СОМ в 2010-2020 гг. колебалось от 0 до 54%, а максимальный улов наблюдался в 2013 г. (374 т) (рис. 2).

Согласно действующим «Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна», утверждённым Приказом Минсельхоза РФ от 23 мая 2019 г. № 267 (с изменениями от 20.07.2020 г.), для креветки углохвостой установлен промысловый размер не менее 6 см по длине тела. Дополнительных ограничений промысла креветки углохвостой в СОМ в настоящее время не требуется.

Промысел креветки углохвостой развит не так полно, как позволяет её значительный запас, т.к. потребительский спрос на традиционную сыро-замороженную продукцию невелик, ввиду небольшого размера креветок. Одним из перспективных методов использования ресурса может быть производство, перерабатываемого на борту, варено-замороженного мяса креветок, готового к употреблению. Эта продукция способна успешно конкурировать с импортными креветками и обеспечивать российского потребителя экологически чистым белком. Панцири креветок могут быть переработаны в хитин, хитозан и их производные [10].

Имеющиеся в «МагаданНИРО» материалы исследований свидетельствуют о том, что состояние запасов креветки углохвостой на акватории северной части Охотского моря в ближайшей перспективе опасений не вызывает и позволяет увеличить объемы промышленного лова (в рамках рекомендованного) этого ценного объекта промысла.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Щербакова Ю.А. История изучения и особенности промысла креветки северной *Pandalus borealis* в северной части Охотского моря / Ю.А. Щербакова, Ю.К. Семенов, Ю.А. Елатинцева, А.А. Смирнов / Рыбное хозяйство. – 2021. – № 3. – С. 62-67.
- Shcherbakova Yu.A. History of studying and fishing features of the northern shrimp *Pandalus borealis* in the northern part of the Sea of Okhotsk / Yu.A. Shcherbakova, Yu.K. Semenov, Yu.A. Elatintseva, A.A. Smirnov / Fisheries. – 2021. – No. 3. – Pp. 62-67.
- Метелёв Е.А. Промысловые беспозвоночные северной части Охотского моря в 2018 г.: биология, запас, промысел / Е.А. Метелёв, В.Г. Григоров, А.Д. Абаев, С.В. Клинушкин и другие. – Магадан: МагаданНИРО, 2020. – 85 с. Деп. в ВИНТИ, №25-B2020.
- Meteliev E.A. Commercial invertebrates of the northern part of the Sea of Okhotsk seas in 2018: biology, stock, fishery / E.A. Meteliev, V.G. Grigorov, A.D. Abaev, S.V. Klinushkin and others. – Magadan: MagadanNIRO, 2020. – 85 p. Dep. in VINITI, No. 25-B2020.
- Иванов Б.Г. Исследования и промысел креветок-пандалид (*Crustacea, Decapoda, Pandalidae*) в Северном полушарии: итоги в канун XXI века (с особым вниманием к России) // Исследования биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России. – М.: ВНИРО, 2001. – С. 9–31.
- Ivanov B.G. Studies and fishing of pandalid shrimp (*Crustacea, Decapoda, Pandalidae*) in the Northern hemisphere: results on the eve of the XXI century (with special attention to Russia) // Studies of biology of commercial crustaceans and algae of the seas of Russia. – M.: VNIRO, 2001. – Pp. 9-31.
- Михайлов В.И. Промысловые беспозвоночные шельфа и континентального склона северной части Охотского моря. / В.И. Михайлов, К.В. Бандурин, А.В. Горничных, А.Н. Карасёв – Магадан: МагаданНИРО, 2003. – 284 с.
- Mikhailov V.I. Commercial invertebrates of the shelf and continental slope in the northern part of the Sea of Okhotsk. / V.I. Mikhailov, K.V. Bandurina, A.V. Maid, A.N. Karasev – Magadan: MagadanNIRO, 2003. – 284 p.
- Паулов Ю.В. Показатели качества и биологической ценности углохвостой креветки / Ю.В. Паулов, Л.В. Шульгина, Т.А. Давлетшина / Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 152. – С. 335-338.
- Paulov Yu.V. Indicators of quality and biological value of the angled-tailed shrimp / Yu.V. Paulov, L.V. Shulgina, T.A. Davletshina / Izv. TINRO. – 2008. – Vol. 152. – Pp. 335-338.
- Бандурин К.В. Предварительные данные по особенностям биологии и состоянию запасов трех видов североохотоморских креветок (по материалам исследований 2000 г.) // Состояние и перспективы рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря. Сборник научных трудов. Вып. 1. Магадан: МагаданНИРО, 2001. – С. 71-80.
- Bandurina K.V. Preliminary data on the peculiarities of biology and the state of stocks of three species of North Sea shrimp (based on research materials 2000) // State and prospects of fisheries research in the basin of the northern part of the Sea of Okhotsk. Collection of scientific papers. Issue 1. Magadan: MagadanNIRO, 2001. – Pp. 71-80.
- Бандурин К.В. Креветки (*Crustacea, Decapoda, Natantia*) северной части Охотского моря: распространение, биология и перспективы промыслового использования. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – М.: ВНИРО, 2007. – 23 с.
- Bandurina K.V. Shrimps (*Crustacea, Decapoda, Natantia*) of the northern part of the Sea of Okhotsk: distribution, biology and prospects of commercial use. Autoref. diss. ... cand. biol. nauk. – M.: VNIRO, 2007. – 23 p.
- Волобуев М.В. Шельфовые промысловые виды креветок рода *Pandalus* северной части Охотского моря и Камчатско-Курильского района // Состояние и перспективы рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря. Сборник научных трудов. Вып. 1. Магадан: МагаданНИРО, 2001. – С. 81-93.
- Volobuev M.V. Shelf commercial species of shrimp of the genus *Pandalus* in the northern part of the Sea of Okhotsk and the Kamchatka-Kuril region // The state and prospects of fisheries research in the basin of the northern part of the Sea of Okhotsk. Collection of scientific papers. Issue 1. Magadan: MagadanNIRO, 2001. – Pp. 81-93.
- Бандурин К.В. Креветки северной части Охотского моря. / К.В. Бандурин, М.Г. Карпинский – М.: ВНИРО, 2015. – 214 с.
- Bandurina K.V. Shrimps of the northern part of the Sea of Okhotsk. / K.V. Bandurina, M.G. Karpinsky – M.: VNIRO, 2015. – 214 p.
- Бандурин К.В. Углохвостая креветка северной части Охотского моря – перспективный объект промышленного рыболовства // Рыбное хозяйство. – 2004. – №6. – С. 36-38.
- Bandurina K.V. Angled-tailed shrimp of the northern part of the Sea of Okhotsk – a promising object of industrial fishing // Fisheries. – 2004. – No. 6. – Pp. 36-38.

**Ключевые слова:**

индивидуальный рыбный промысел, инфраструктура, маломерные суда, муниципальное унитарное предприятие, рыбный кооператив (артель)

**Keywords:**

individual fishing, infrastructure, small vessels, municipal unitary enterprise, fish cooperative (artel)

# Разработка инновационной инфраструктуры индивидуального рыбного промысла

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-34-39

**И.В. Мокерова** – сопредседатель Союза рыбопромышленников Севера, вице-президент Союза промышленников и предпринимателей Мурманской области; Доктор экономических наук  
**М.Н. Чечурина** – заслуженный работник рыбного хозяйства РФ, профессор кафедры цифровых технологий, математики и экономики, ФГОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»;  
**Е.П. Агапова** – специалист Департамента международного сотрудничества ФГБНУ «ВНИРО»;  
**Н.И. Генюта** – менеджер по инновационному развитию ГОБУ «Мурманский региональный бизнес-инкубатор»

@ sudoremont25@gmail.com;  
 maya1946g@mail.ru;  
 catagarova@yandex.ru;  
 k\_koli\_k@mail.ru

## DEVELOPMENT OF INNOVATIVE INFRASTRUCTURE FOR INDIVIDUAL FISHING

**I.V. Mokerova** – Deputy Chairman of the Union of Fishermen of the North, Vice-President of the Union of Industrialists and Entrepreneurs of the Murmansk Region; Doctor of Economics, Professor, Honored Worker of the Fisheries of the Russian Federation  
**M.N. Chechurina** – Department of Digital Technologies, Mathematics and Economics of the Murmansk State Technical University;  
**E.P. Agapova** – Specialist of the Department of International Cooperation of the Federal State Budgetary Institution «VNIRO»;  
**N.I. Genyuta** – Innovation Development Manager of the Murmansk Regional Business Incubator

The solution to the problem of individual fishing has been discussed for many years, but so far no acceptable option has been found. There is currently no infrastructure capable of solving this issue. It is proposed, within the framework of the current legislation, an innovative infrastructure developed by the authors. In the center of the proposed infrastructure is a Municipal unitary enterprise and a Fish cooperative (artel), as well as a laboratory of veterinary and sanitary expertise, a fish market and ship repair sites. The implementation of the proposed infrastructure makes it possible to solve not only the task of individual fishing, but also a number of socio-economic problems of the Murmansk region (in particular, the revival of shipbuilding and ship repair). Preliminary economic calculations are presented.

### ВВЕДЕНИЕ

Исторически существование поселения на побережье Кольского полуострова было связано с рыбным промыслом. В начале прошлого столетия только на участке побережья восточного Кольского полуострова от Териберки до Восточной Лицы вылавливали более 2000 т рыбы, из которых около полутора

тыс. т составляла треска. В начале 1960-х годов укрупнение, а фактически – ликвидация ряда поселений на побережье Кольского полуострова привела к социально-экономическому упадку этого региона и утрате им всего промыслового опыта. Развитие перспективной отрасли, в значительной мере, способствовало бы решению

социально-экономических проблем прибрежных поселков, ведь прибрежный промысел дает ощутимый прирост благосостояния жителям. Норвежские коллеги живут в схожих климатических условиях и имеют доступ к таким же обширным запасам рыбных ресурсов, но доля охлажденной рыбы на их рыбных рынках достаточно высока, так как рыбаки, после вылова, могут смело продавать свежевывловленную рыбу сразу же после швартовки. Норвежцы вылавливают около 40000 т маломерными судами у своих берегов, в команде норвежского судна не 30 человек, а 2-3, расход топлива в сутки измеряется не тоннами, а килограммами.

В настоящее время индивидуальный рыбный промысел в нашей стране регулируется следующими нормативными актами:

- «Федеральный закон от 25.12.2018 № 475-ФЗ О любительском рыболовстве и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» в дальнейшем – № 475-ФЗ.

- Приказ Минсельхоза России от 30.10.2014 N 414 (ред. от 26.10.2018) «Об утверждении правил рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна» (Зарегистрировано в Минюсте России 01.12.2014 N 35043) в дальнейшем – Правила рыболовства.

- Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 18.10.2016 №162 О техническом регламенте Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции».

Эти документы позволяют рыбаку-любителю заниматься рыбной ловлей исключительно для удовлетворения личных потребностей, а также для отдыха. Однако свежевывловленную рыбу рыбак-любитель продать не может, так как сталкивается с рядом административных ограничений.

Кроме того, для возможности выхода в море с использованием своего водного транспорта, необходимо разрешение властей, получить которое проблематично из-за несоответствия судов нормам безопасности и предполагаемому виду деятельности. Действительно, выход в море осуществляется, в основном, на надувных резиновых лодках, что не безопасно.

Решение проблемы индивидуального рыбного промысла обсуждается много лет, однако до сего времени приемлемого решения не найдено. Недавно губернатором Мурманской области А.В. Чибисом была выдвинута федеральная инициатива, благодаря которой рыбаки-любители смогут законно продавать свой улов, что, безусловно, хорошо, однако вместе с принятием данной инициативы на законодательном уровне появятся несколько вопросов, на которые нужно будет дать ответы, а именно: как обеспечить контроль вылова рыбных биоресурсов рыбаками-любителями, каким образом обеспечить безопасность рыбаков и, наконец, какие органы будут заниматься такого рода контролем.

По сути, инфраструктура, способная решить проблему индивидуального рыбного промысла, в настоящее время отсутствует.

Решение проблемы индивидуального рыбного промысла обсуждается много лет, однако до сего времени приемлемого варианта не найдено. Инфраструктура, способная решить данный вопрос, в настоящее время отсутствует. Предлагается, в рамках действующего законодательства, разработанная авторами, инновационная инфраструктура. В центре предлагаемой инфраструктуры – Муниципальное унитарное предприятие и Рыбный кооператив (артель), а также – лаборатория ветеринарно-санитарной экспертизы, рыбный рынок и судоремонтные площадки. Реализация предлагаемой инфраструктуры позволяет решить не только задачу индивидуального рыбного промысла, но также ряд социально-экономических задач Мурманского региона (в частности, возрождение малотоннажного судостроения). Представлены предварительные экономические расчеты.

Нужно отметить, что нерешенность этой проблемы влечет за собой еще ряд вопросов, которые приводят к ухудшению социально-экономического положения Мурманского региона: во-первых, недостаток свежей охлажденной рыбы на рыбных прилавках Мурманска. По данным Мурманскстата, в 2019 г. среднедушевое потребление рыбы и рыбных продуктов составило 21,6 кг в год, что ниже медицинской нормы, равной 24,6 кг. Одной из причин этого является отсутствие на рыбных прилавках Мурманска свежей, только что пойманной охлажденной рыбы. Связано это, в том числе, с федеральным законодательством и санитарными правилами, которые запрещают выпускать в продажу рыбу, выловленную рыбаками-любителями, а также экспортной направленностью крупных рыбопромышленников, что, конечно, оправдано более выгодными ценами на сбыт рыбной продукции за рубежом, однако, с другой стороны, это приводит к тому, что Мурманские судоремонтные площадки начинают простаивать и закрываться, также различные рыбообрабатывающие предприятия просто не выдерживают сырьевого голода и либо перестраивают свою деятельность, либо закрываются. В регионе из 60 судоремонтных предприятий, имеющих свидетельства о признании (документ, подтверждающий соответствие требованиям морского регистра) реально работают только 15. И лишь 5 оказывают полный комплекс услуг, включая докование. Без собственного судоремонта рыбная отрасль полноценно развиваться не сможет. Судоремонтная база Мурманска сегодня находится в плачевном состоянии, она не выдерживает конкуренции ни по цене, ни по качеству. И здесь следует отметить, что целесообразно было бы наладить на судоремонтных площадках Мурманских верфей производство маломерных судов типа катеров для индивидуального рыбного промысла.

Таким образом, удалось выделить целую цепочку проблем, которые комплексно воздей-

ствуют на социально-экономическое положение Мурманской области (рис. 1).

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Предлагается в рамках действующего законодательства, разработанная авторами, инновационная инфраструктура, позволяющая решить эту и еще ряд социально-экономических проблем региона.

Разработанная инфраструктура основывается на ст. 2 и ст. 3 Федерального закона от 03.11.2006 № 183-ФЗ «О сельскохозяйственной кооперации», в рамках которого рассматриваются основные принципы создания и функционирования кооперативов, а также – сельскохозяйственные производственные кооперативы, одним из разновидностей которых является сельскохозяйственная/рыболовецкая артель (колхоз) – «сельскохозяйственный кооператив, созданный гражданами на основе добровольного членства для совместной деятельности по производству, переработке, сбыту сельскохозяйственной продукции, в том числе рыбной продукции, а также для иной, не запрещенной

законом, деятельности путём добровольного объединения имущественных паевых взносов в виде денежных средств ...».

Также в основу инфраструктуры заложено создание Муниципального унитарного предприятия (МУП) – коммерческой организации, владеющей собственностью, но не имеющей права распоряжаться ею по своему усмотрению. Такой запрет относится также к извлеченной им прибыли. Фактически всем обладает государство, выделившее изначальный капитал, а организация только пользуется предоставленным имуществом.

Муниципальные унитарные предприятия могут действовать как на федеральном уровне, так и на уровне региона, однако чаще всего подобные предприятия создаются именно местным самоуправлением муниципальных образований.

Учредительным документом такого юридического лица является устав. Деятельность муниципальных унитарных предприятий регулируется рядом нормативных актов, из которых важными являются следующие:

1. Гражданский кодекс РФ;
2. Федеральный закон от 27 июня 2011 г. № 161-ФЗ г. Москва «О национальной платежной системе»;
3. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд»;
4. Федеральный закон от 18 июля 2011 г. № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц».

Перечень не полон, к отдельным направлениям деятельности, которую ведут эти организации, применяются специальные нормы закона.

Кроме того, нужно учитывать, что работа МУП может регулироваться и актами, принятыми органами местного самоуправления: администрацией городов, районов и т.д.

На рисунке 2 представлена модель предлагаемой инфраструктуры индивидуального рыбного промысла.

В целом она состоит из следующих блоков:

1. Производственный кооператив (рыболовецкая артель), либо несколько таких кооперативов, которые создают рыбаки-любители на основании Федерального закона от 03.11.2006 № 183-ФЗ «О сельскохозяйственной кооперации», куда они сдают пойманную рыбу;
2. Муниципальное унитарное предприятие регионального уровня – это центральное звено инфраструктуры. Основная функция МУП – организация и реализация процесса индивидуального рыбного промысла, в том числе и общий надзор над всем процессом.
3. Судоверфи либо судоремонтные площадки, где реализуется производство маломерных судов типа катеров для индивидуального рыбного промысла.
4. Лаборатория ветеринарно-санитарной экспертизы.





**Рисунок 1.** Цепочка социально-экономических проблем Мурманской области

**Figure 1.** The chain of socio-economic problems of the Murmansk region

5. Рыбный рынок (сеть магазинов, торгующих рыбой и рыбными продуктами).

#### Задачи МУП:

1. Инициирование создания производственного кооператива в форме рыболовческой артели (колхоза).
2. Закупка маломерных судов, которые будут сдаваться в аренду рыбакам-любителям – членам рыболовческой артели (колхоза).
3. Аренда причала.
4. Заключение договора с лабораторией ветеринарно-санитарной экспертизы, с целью проведения контроля, добытой рыбаками и сданной в кооператив, рыбы.
5. Налаживание деловых связей и прием заявок от торговых сетей и рыбных лавок на вылов определенного количества рыбы.
6. Ведение сайта предприятия, где должны выставляться торговые позиции, соответствующие ассортименту, хранящемуся на складе предприятия.
7. Возможна организация своего рыбного магазина, куда будет направляться на продажу часть выловленной рыбы.
8. Наполнение склада рыбой, а также работа по заявкам будет осуществляться с помощью: судов с постоянной командой, которые будут, по установленному графику, ходить в рейсы (режим работы 5/2), и судов, арендуемых рыбаками-любителями для осуществления любительской рыбной ловли.

В целом, система работает следующим образом:

1. Члены, созданной рыбаками-любителями, рыболовческой артели (колхоза) берут в кратко-



**Рисунок 2.** Схема инфраструктуры индивидуального рыбного промысла

**Figure 2.** The scheme of the infrastructure of individual fishing

срочную либо длительную аренду у МУП маломерные суда, осуществляют рыбалку и сдают рыбу в кооператив, который продает ее МУПу. Рыба будет вносом рыбака-любителя в кооператив, она передается за участие в кооперативе.

2. МУП проводит ветеринарную экспертизу рыбы в лаборатории, которая будет выдавать на рыбу сертификат качества, дающий право на продажу рыбы. В случае обнаружения в партии рыбы вредоносных паразитов, вся партия будет проходить процедуру шоковой заморозки с последующей транспортировкой на склад. После получения сертификата качества, из выловленной рыбы, в соответствии с заявкой, будет формироваться заказ, который в последствии отправится заказчику.

3. После закрытия заявки, полученные от продажи рыбы средства будут перечисляться в

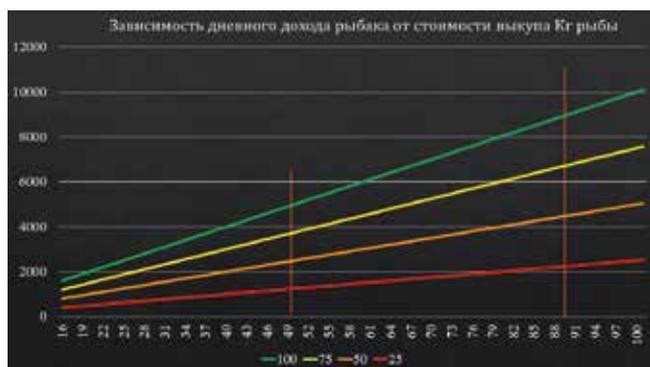


**Рисунок 3.** Типовая схема деятельности кооператива по сбыту рыбной продукции

**Figure 3.** A typical scheme of the cooperative's activities for the sale of fish products

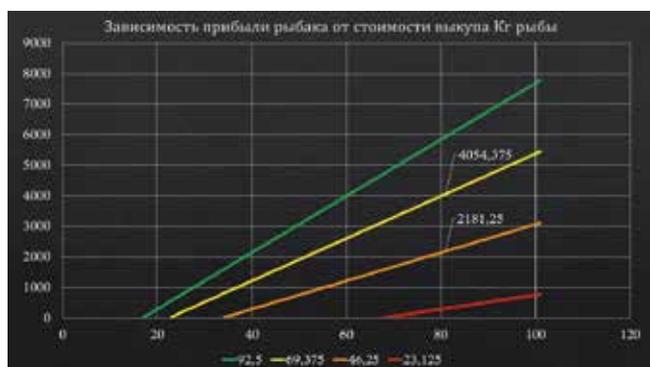
кооператив, распределяющий их членам кооператива в соответствии с долей участия в вылове рыбы.

Можно сослаться на международный опыт, в частности, Норвегии, относительно развития кооперативов. Система кооперативов образовалась в Норвегии благодаря самим рыбакам, желающим избежать давления со стороны переработчиков сырья, принимающих вылов и способных влиять на условия покупки. После многочисленных общественных дебатов были созданы союзы рыбаков (ко-



**Рисунок 4.** Зависимость дневного дохода рыбака от стоимости выкупа рыбы

**Figure 4.** Dependence of a fisherman's daily income on the cost of buying fish



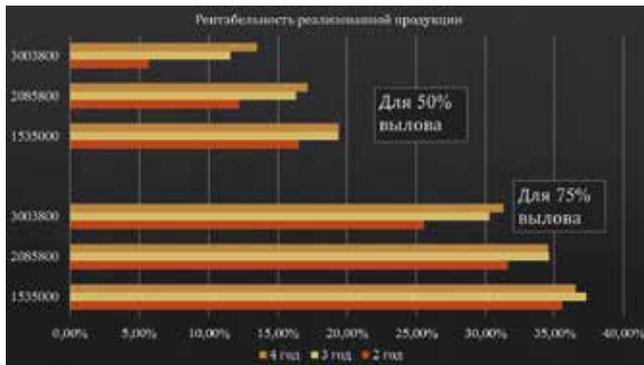
**Рисунок 5.** Зависимость прибыли рыбака от стоимости выкупа рыбы

**Figure 5.** Dependence of the fisherman's profit on the cost of fish redemption

перативы), управляемые со стороны самих рыбаков (Союзами рыбаков, моряков и судовладельцев). Устав и Правила кооперативов устанавливаются в Директорате по рыболовству. Норвежские кооперативы не занимаются закупкой или продажей рыбы, но ведут учет всех первичных продаж. Так, норвежские суда не имеют права на выгрузку, не определив покупателя, которого необходимо указать в документации при выгрузке. Согласно норвежскому законодательству, принимающая сырье организация должна быть зарегистрирована в соответствующем реестре в качестве покупателя рыбы. Реестр и процедура выдачи разрешений на покупку составляется Директоратом по рыболовству и Государственной инспекцией контроля качества продуктов питания. Если прямой покупатель отсутствует, реализация продукции возможна через рыбные аукционы, организованные теми же кооперативами. Кооперативы также предоставляют гарантии по выплатам за уловы и контролируют объемы выгрузок. Рыбаки могут продавать рыбу с помощью кооператива, даже если судно еще находится в море и/или намеревается выгружаться в иностранном порту, реализуя продукцию на рынках за пределами Норвегии. В этом случае первичная покупка все равно регистрируется через кооператив. Процент от стоимости улова по договору оплачивается кооперативам в качестве сбора за его услуги. Распределение этих средств контролируется самими рыбаками (сборы только обеспечивают деятельность кооператива и не несут в себе цели получения какой-либо прибыли).

В Норвегии также действует институт минимальных цен на сырье при его первичной продаже – кооперативы контролируют сбыт по ценам не ниже установленного минимума. Минимум устанавливается в процессе закрытых переговоров с властями, рыбопереработчиками и рыбаками и может меняться, в зависимости от ситуации на рынке и колебаний запасов биоресурсов (если стороны не приходят к согласию относительно ценообразования, кооперативы вправе установить минимум в одностороннем порядке, основываясь на положениях Закона «О сбыте рыбы-сырца» [4]. Такая политика крайне важна для малых рыболовных сообществ, которые, зачастую, зависят всего от 1-2 покупателей в своем регионе и не могут поставлять свою продукцию на крупные аукционы, в силу географической удаленности. Кооперативы также помогают перенаправить рыбаков для выгрузки в места, где организовались дополнительные мощности для сбыта.

Возможность контроля над минимальными ценами позволяет кооперативам также играть роль «рыбных бирж». Благодаря электронному рынку, созданному кооперативами, рыбаки и покупатели (в т.ч. и иностранные) могут прозрачно и безопасно осуществлять торговлю свежей рыбой (до 95% рыбной продукции в Норве-



**Рисунок 6.** Рентабельность реализованной рыбной продукции  
**Figure 6.** Profitability of fish products sold

гии реализуется с помощью электронных аукционов, по нашему мнению, очень разумно было бы создать такой сайт для мурманских рыбаков. см. рис.1), а власти – получать массивные данные об уловах, статистику продаж и делегировать кооперативам часть контроля за установленными квотами на вылов (кооператив вправе реализовать небольшой/случайный перелов в пользу государства). Например, наиболее крупными норвежскими кооперативами являются – Союз прибрежных рыбаков Норвегии (Norges Kystfiskarlag); Союз по сбыту рыбы-сырца (Norges Råfisklag), ответственный за оборот донных видов и морских млекопитающих; Союз по сбыту сельди (Norges Sildesalgslag), ответственный за сбыт пелагических видов. Последние два кооператива, в свою очередь, включают в себя региональные сбытовые объединения, области контроля которых зависят от регионального распределения ценовых зон Норвегии. Например, Союз по сбыту рыбы-сырца подразделяется на Всенорвежское объединение организаций по сбыту сырца в г. Тромсе, Региональную организацию по сбыту сырца донных рыб в г. Тронхейм, Представительство объединения в г. Рервик и др. [5].

Так, в Норвегии действует сформированный механизм управления сбытом, действующий в интересах рыбаков, управляемый рыбаками и обеспечиваемый за счет рыбаков.

Благодаря деятельности кооперативов для властей снижается нагрузка в области отслеживания добываемых биоресурсов, поэтому за пределами фьордов в Норвегии не требуется лицензия для рыбалки ручными орудиями лова в объемах, которые определяются индивидуально региональными властями в соответствии с сезоном, экологической обстановкой и пр. Для промысла рыбы, размер и количество которой превышает установленный предел, в Норвегии возможно приобретение квоты “на один раз”, т.е. небольшой квоты, которая может быть полностью выбрана за один выход на промысел. Лицензию для рыбалки в пределах фьорда и в пресноводных водоемах можно приобрести в магазинах орудий лова. Адаптируя данный подход к российским

реалиям, представляется эффективным введение лицензий, которые будут прикреплены к маломерным плавсредствам.

Предварительный расчет рентабельности работы кооператива показывает положительную динамику и рост прибыли.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный авторами анализ ситуации с индивидуальным рыбным промыслом показал отсутствие эффективной инфраструктуры, позволяющей рыбакам осуществлять вылов рыбы и возможность распоряжаться своим уловом. Существующее законодательство не позволяет реализовывать рыбакам эти функции.

Авторами статьи сделана попытка создания инфраструктуры индивидуального рыбного промысла на базе существующего законодательства, что может позволить эффективно использовать ее, не проходя сложный путь изменения правовых основ (рис. 2). В центре предлагаемой инфраструктуры – Муниципальное унитарное предприятие и Рыбный кооператив (артель). Реализация предлагаемой инфраструктуры возможно позволит решить не только задачу индивидуального рыбного промысла, но и еще целый ряд социально-экономических задач Мурманского региона (в частности, возрождения малотоннажного судостроения и поддержку судоремонтной отрасли).

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Федеральный закон от 25.12.2018 № 475-ФЗ «О любительском рыболовстве и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» в дальнейшем – №475-ФЗ
1. Federal Law No. 475-FZ of 25.12.2018 "On Amateur Fishing and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" hereinafter – No. 475-FZ.
2. Приказ Минсельхоза России от 30.10.2014 № 414 (ред. от 26.10.2018) «Об утверждении правил рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна» (Зарегистрировано в Минюсте России 01.12.2014 № 35043) в дальнейшем – Правила рыболовства.
2. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 414 dated 30.10.2014 (ed. dated 26.10.2018) "On approval of fishing Rules for the Northern Fishery Basin" (Registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on 01.12.2014 No. 35043) hereinafter – Fishing Rules.
3. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 18.10.2016 №162 О техническом регламенте Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции».
3. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission No. 162 dated 18.10.2016 On the Technical Regulations of the Eurasian Economic Union "On the safety of fish and fish products".
4. Закон «О сбыте рыбы-сырца»: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/nor13984E.pdf>
4. The Law "On the sale of raw fish": <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/nor13984E.pdf>
5. Зиланов В.К. Рыбное хозяйство Норвегии. / В.К. Зиланов, В.М. Борисов, Г.И. Лука – М.: Издательство ВНИРО, 2017 г. – С. 192-193

## Исследование процессов промысла тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в российских водах Японского моря

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-40-45

Кандидат технических наук, доцент **Е.В. Осипов** – кафедра «Промышленное рыболовство» ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»; Кандидат технических наук **Г.С. Павлов** – начальник отдела добычи рыбы ООО «АНТЕЙ»

@ oev@mail.ru;  
gstp@mail.ru

### Ключевые слова:

тихоокеанский кальмар, траловый лов, процессы промысла

### Keywords:

Pacific squid, trawl fishing, fishing processes

### INVESTIGATION OF PACIFIC SQUID *TODARODES PACIFICUS* FISHING PROCESSES IN THE RUSSIAN WATERS OF THE SEA OF JAPAN

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **E.V. Osipov** – Department of "Industrial Fishing" of the Federal State Educational Institution "Dalrybvtuz"; Candidate of Technical Sciences **G.S. Pavlov** – Head of the Fish Production Department of LLC "ANTEY"

The development of the Pacific squid fishery in the economic zone of the Russian Federation of the Sea of Japan was studied. The accumulations of squid were studied and shown both in the daytime and at night, which determine the technique and technology of fishing for the Pacific squid with trawls. Dense aggregations of squid form in the daytime over highlands, catches per haul can be up to 45 tons, and at night they are distributed in the water column, such behavior is typical for other pelagic objects, such as mackerel and sardines of iwasi. Warming of the surface waters of the Sea of Japan in the domestic economic zone was revealed, which contributes to the development of the Pacific squid trawl fishery.

В настоящее время тихоокеанский кальмар (*Todarodes pacificus*) является достаточно ценным экспортным объектом добычи, стоимость его достигает до 400 руб. за кг. При этом он является не ОДУемым объектом, численность, которого составляют 65-600 тыс. т [1]. В последние годы активно развивается траловый промысел тихоокеанского кальмара и, в зависимости от флюктуации численности кальмара на путях миграции, промысел его ве-

дется: на Южных Курилах [2], в Японском море в районах острова Монерон или вдоль побережья Приморья, в основном от п. Морьяк-Рыболов до южных границ российских вод Японского моря. Отдельным районом добычи является банка Кито-Ямато.

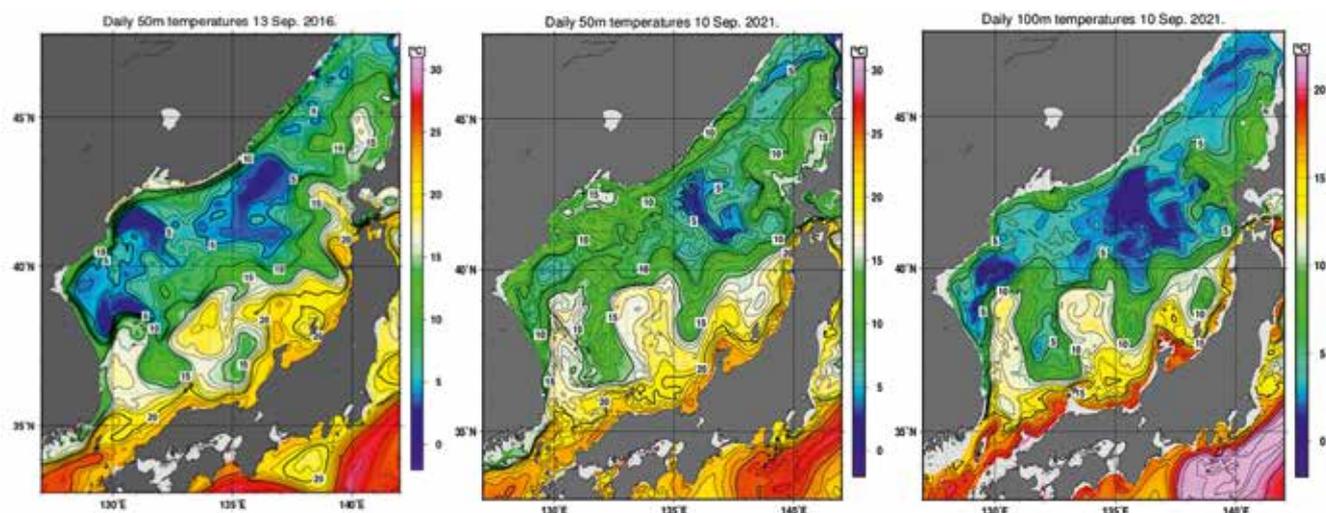
Для совершенствования промысла тихоокеанского кальмара важным является определение путей миграций в Японском море, которые зависят как от регулярных тече-

ний, так и струйных вторжений теплых вод. Это определяет нахождение кальмара по глубине, в частности, в начальный период (конец июня-июль) струйных вторжений теплых вод Восточно-Корейского и Цусимского течений в направлении г. Находка и п. Преображение. Здесь происходит перемешивание холодных и теплых вод, которое может иметь два варианта: 1 – наложение холодных вод приморского течения поверх теплых, с образованием резких градиентов; 2 – наложение теплых вод поверх холодных. Соответственно, проникая с теплым течением, кальмар образует в первом варианте скопления на глубинах до 15 м и более, круглосуточно не поднимаясь к поверхности, а во втором варианте кальмар находится в толще воды от поверхности до глубин, ограниченных градиентом температур. Ранее, на основе температурных карт и уловов, глубина обитания кальмара составляла не более 40 м [1; 3], в последние годы глубины обитания кальмара в российских водах Японского моря – 100-130 м, что связано с повышением температуры воды. На рисунке 1 показаны температуры на глубинах 50 м в сентябре 2016 г. и 50 м и 100 м в сентябре 2021 г.,

Проанализировано развитие промысла тихоокеанского кальмара в экономической зоне РФ Японского моря. Исследованы и показаны скопления кальмара как в дневное, так и в ночное время, что определяет технику и технологию промысла тихоокеанского кальмара тралами. Плотные скопления кальмара образуются в дневное время над возвышенностями, уловы за одно траление могут составлять до 45 т, а в ночное время – распределяются в толще воды. Такое поведение характерно для других пелагических объектов, например, скумбрии и сардины иваси. Выявлено потепление поверхностных вод Японского моря в экономической зоне России, что способствует развитию промысла тихоокеанского кальмара тралами.

где видно, что в 2021 г. температуры на глубинах 100 м даже более благоприятные и имеют значительную площадь, чем на глубинах 50 м в 2016 году. Все это определяет технологию промысла тихоокеанского кальмара.

В последние годы промысел по межгосударственным договорам велся судами КНДР, Республики Корея и Японии. Суда республики Корея



**Рисунок 1.** Температуры воды в сентябре по глубинам в 2016 и в 2021 г. [5]

**Figure 1.** Water temperatures in September by depth in 2016 and in 2021 [5]



**Рисунок 2.** Суда осуществляющие близнецовый лов

**Figure 2.** Twin fishing vessels



**Рисунок 3.** Судно для лова подхватом

**Figure 3.** A vessel for catching up



**Рисунок 4.** Рыболовные суда КНДР

**Figure 4.** Fishing vessels of the DPRK

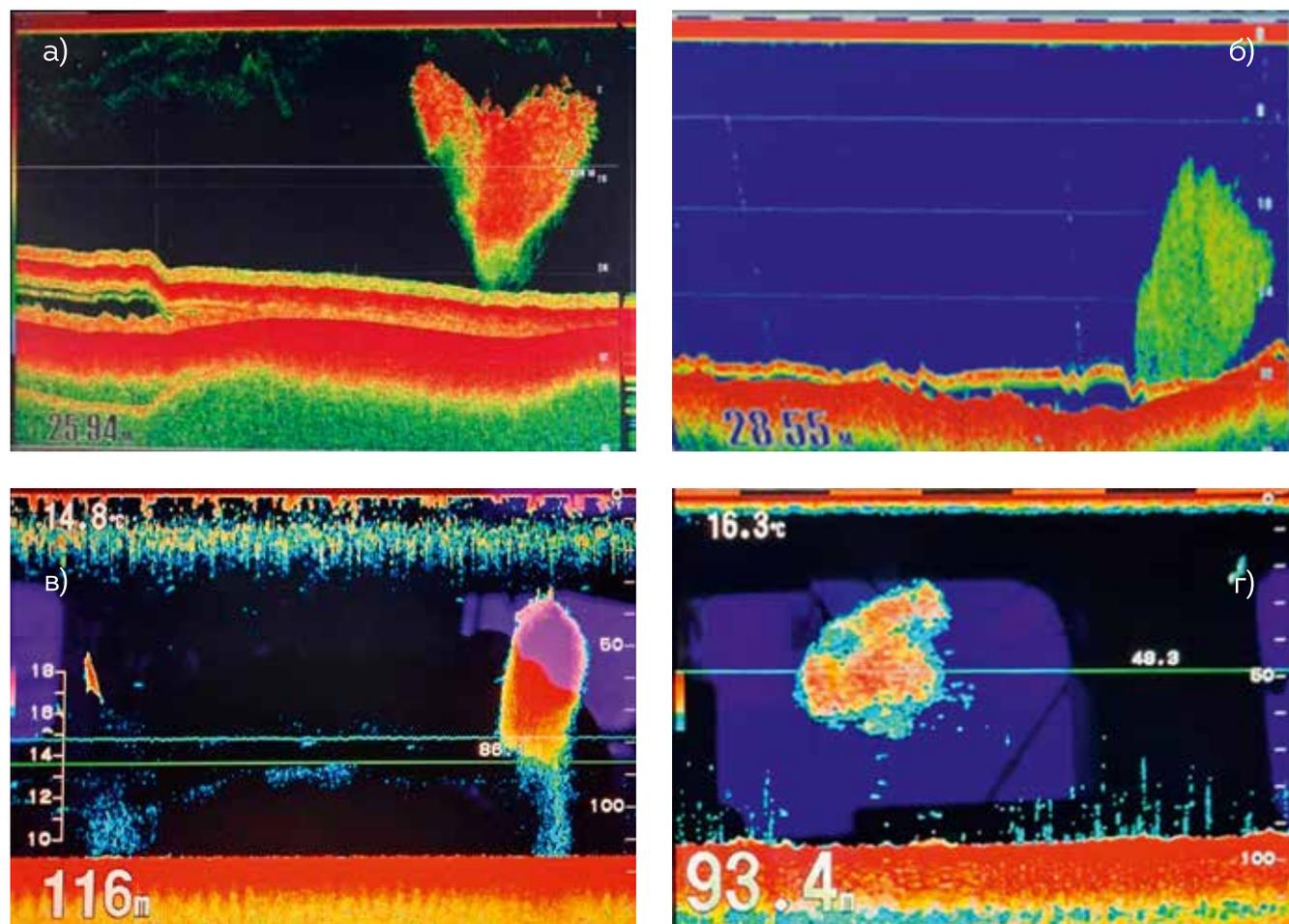
и Японии ведут промысел только с использованием джиггеров на свет.

КНДР использовала арендованные китайские суда для близнецового тралового лова в по-

верхностном горизонте (рис. 2), уловы которых, составляли до 23 т на траление [11]. Также использовались суда для лова подхватами с использованием света (рис. 3). Такие суда имеют специальную надстройку-ферму, где размещаются несколько рядов световых гирлянд. В носовой и кормовой части судна с каждого борта устанавливаются выстрелы, длина которых равна расстоянию между выстрелами. После запрета лова кальмара КНДР до 2020 г., суда этой страны осуществляли браконьерский промысел в российских водах Японского моря. Промысел осуществлялся экспедиционно, с использованием среднетоннажных судов-баз и небольших маломерных судов (рис. 4), которые доставлялись в район промысла на буксире судном-базой, где осуществляли лов кальмара джиггерами и сетями. По некоторым подсчётам, количество судов достигало до 3000 единиц [4].

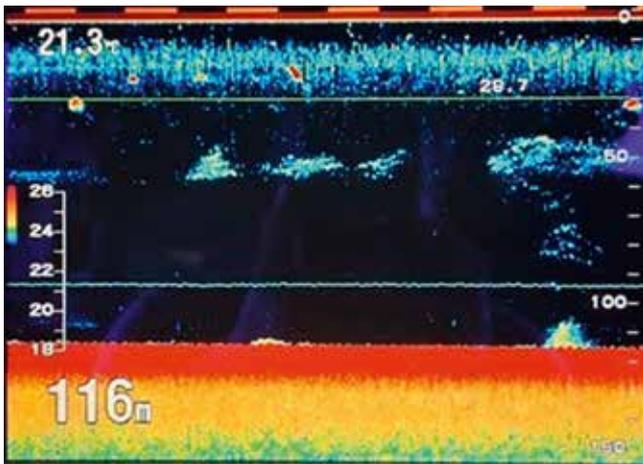
Анализ интенсивности промысла тихоокеанского кальмара в российских водах Японского моря показал, что ресурсов в указанных районах более чем достаточно и его можно успешно облавливать.

В 2019 г. колхоз АО «Восток-1» переоборудовал часть своих судов (до 6 ед.) на промысел



**Рисунок 5.** Скопления кальмара в дневное время (40 - 45 т.): а, б - заход кальмара в трал; в, г - характерные скопления кальмара

**Figure 5.** Squid clusters in the daytime (40-45 tons): a, b - squid entry into the trawl; c, d - characteristic squid clusters



**Рисунок 6.** Ночные поверхностные скопления кальмара вместе с объектами питания

**Figure 6.** Nocturnal surface accumulations of squid together with food items

кальмара вертикальными ярусами (джиггерный лов). Однако для обеспечения эффективного промысла кальмара на свет необходимо наличие в группе не менее 8-10 судов [6], для создания необходимой величины светового поля. При этом требуется очень качественная настройка устойчивой и большой области с чёткой границей светотени. Для решения этой задачи в Японии строятся специальные суда с соответствующими корпусами.

В российских водах Японского моря промысел тихоокеанского кальмара на свет можно вести круглые сутки только в районе банки Кито-Ямато, в других районах кальмар не опускается на глубину, где его можно облавливать днём с использованием подводных источников света. В то же время близнецовый траловый промысел кальмара (рис. 1), с использованием для его поиска высокочастотных эхолотов, показал, что кальмар обнаруживается и успешно облавливается в любое время.

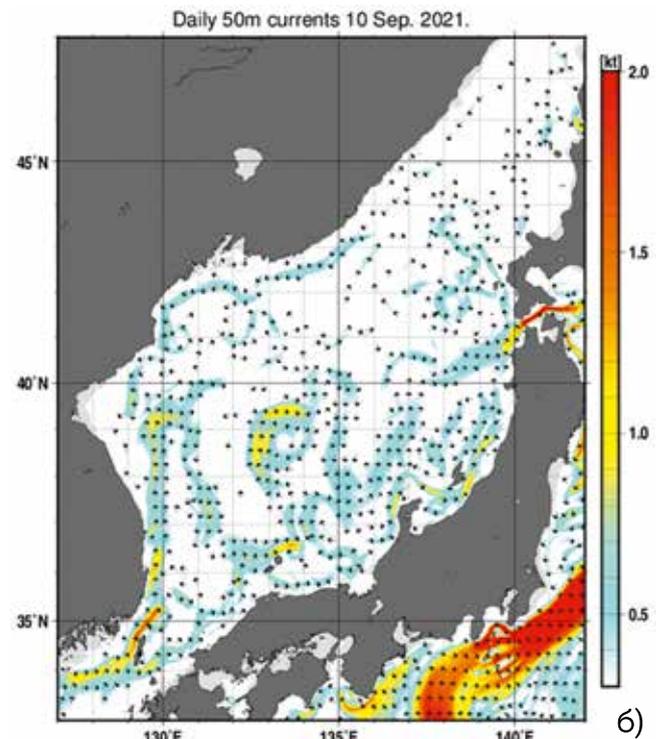
Необходимо отметить, что в районе о. Манерон промысел кальмара тралами велся эпизодически. Кальмар, перемещаясь по путям миграций, в зависимости от гидрологических условий, временных параметров подходов образуют, в разные годы, различные по плотности и протяженности скопления. Поэтому определение характера скоплений, пригодных для промысла, является одной из главных задач.

Ранее в литературе не описывалось поведение кальмара в дневное время в российских водах Японского моря, а его питание отмечалось только в ночное время [1]. Исследования, проведённые в 2020-2021 гг., показали, что кальмар в дневное время образует плотные скопления (рис. 4) и активно питается анчоусом. Скопления имеют вытянутое вертикальное развитие (рис. 5), поэтому тралы должны иметь вертикальное раскрытие от 30 м до 50 метров. В дневное время кальмар, при подходе трала,

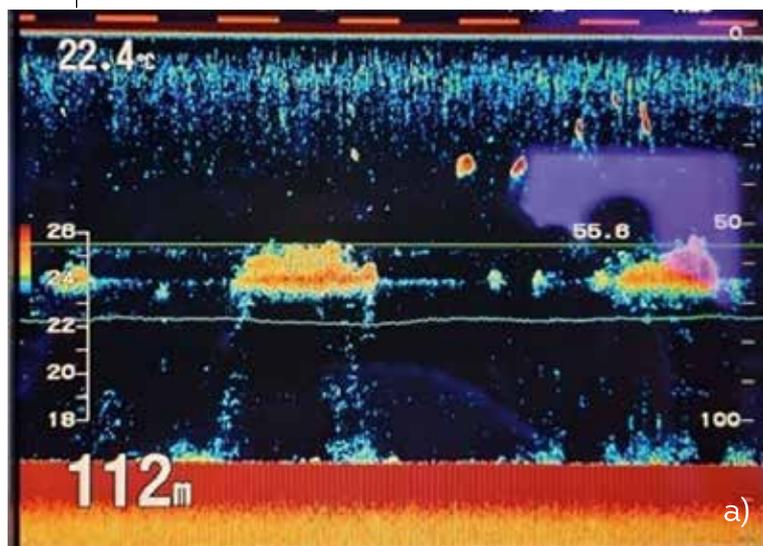


а - схема течений [4];

б - течения на глубине 50 м - 10.09.2021 г. [5]



**Рисунок 7.** Течения Японского моря  
**Figure 7.** Currents of the Sea of Japan



**Рисунок 8.** Результаты траления тихоокеанского кальмара: а – запись на эхолоте (июль 2021); б – результаты облова записи на эхолоте, улов 45 тонн

**Figure 8.** Results of Pacific squid trawling: a – record on the echo sounder (July 2021); b – results of fishing record on the echo sounder, catch 45 tons

опускается на глубину (рис. 5а, б). Такое поведение тихоокеанского кальмара отмечалось и в районе Южных Курил [2]. Нижней границей скоплений кальмара является градиент температур или температуры около 6°C и возвышенности, над которыми он, в основном, образует скопления. Основные скопления согласуются с распределением его кормовой базы, которая также образует скопления.

В ночное время кальмар не образует плотных скоплений, распределяясь в толще воды ближе к поверхности, и в этом случае промысел осуществляется путём траления в поверхностном горизонте. Для этого доски настраиваются на всплытие, при этом система «автотрал» отключается, поскольку система «автотрал» при таких условиях выводит траловые доски на поверхность, где они, глиссируя на поверхности теряют распорную силу и трал закрывается. Поэтому от оператора требуется понимание процесса траления и точная регулировка натяжения и длины вытравленных ваеров. В частности, решение этой проблемы возможно за счет использования на промысле, для оснастки тралов, гибких гидродинамических распорных устройств (ГДРУ) [8-10], которые позволяют вести траления в поверхностном горизонте без особых сложностей. При траловом лове кальмара необходимо обеспечивать большое вертикальное раскрытие трала (от 30 м до 50 м) (рис. 6).

Как показали исследования, распределение кальмара в Японском море полностью соответствует действущим в нем течениям. На рисунке 7 показаны схема течений и данные по течению на глубине 50 м, а также – с полями температур по глубине (см. рис. 1).

Таким образом, зона облова тихоокеанского кальмара представляет собой область вдоль побережья Приморья от зал. Ольга до южной границы с КНДР (см. рис. 1, 7). В июне промы-

сел можно вести в районе о. Манерон, с середины июля промысел уже можно вести от траверза Моряк-Рыболов, до конца августа и с первых чисел сентября перемещать его в залив Петра Великого. При этом промысел в заливе Петра Великого можно вести с начала июля до конца сентября, вплоть до мыса Поворотный. Плотные скопления кальмара образуются в дневное время над возвышенностями. Уловы за одно траление могут составлять до 45 т (рис. 8), а суточный вылов в среднем 35-45 тонн. Тихоокеанский кальмар ведет себя также, как и другие пелагические объекты промысла – скумбрия и сардина иваси, в ночное время распределяется в толще, а в дневное время образует плотные скопления.

Описанные особенности скоплений кальмара, в зависимости от гидрологии и объектов питания, требуют детального подхода к анализу промысловой обстановки. Это позволяет использовать численные модели по распределению кальмара [3], которые показывают достаточную сходимость, на основе результатов промысла в 2021 году. В целом, промысел тихоокеанского кальмара в российской зоне Японского моря приобретает достаточно высокий промышленный уровень для судов тралового лова. Это меняет парадигму, направленную на лов тихоокеанского кальмара только вертикальными ярусами и подхватами на свет. При этом состав отечественного флота позволяет вести в настоящее время только траловый лов кальмара, а приведенные результаты исследований позволяют рыболовным компаниям расширить добычу.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Мокрин Н.М. Экология и перспективы промысла тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в Японском море // дис. ... кан. биол. наук: 03.00.16 / Мокрин Николай Михайлович; ТИНРО-Центр. – Владивосток, 2006. – 186 – с.1.

1. Mokrin N.M. Ecology and prospects of Pacific squid fishing *Todarodes pacificus* in the Sea of Japan // *dis. ...kan. biol. sciences: 03.00.16 / Mokrin Nikolay Mikhailovich; TINRO-Center. – Vladivostok, 2006. – 186 – p.1.*
2. Осипов Е.В. Технология тралового промысла тихоокеанского кальмара. / Е.В. Осипов, Г.С. Павлов // *Рыбное хозяйство. 2021. – № 3 – С 108-111. DOI 10.37663/0131-6184-2021-3-108-111*
2. Osipov E.V. Technology of trawling fishing of Pacific squid. / E.V. Osipov, G.S. Pavlov // *Fisheries. 2021. – No. 3 – FROM 108-111. DOI 10.37663/0131-6184-2021-3-108-111*
3. Баринов В.В. Разработка концепции управления процессами промысла тихоокеанского кальмара. / В.В. Баринов, Е.В. Осипов // *Рыбное хозяйство – 2018. – № 6 – С 48-51.*
3. Barinov V.V. Development of the concept of management of Pacific squid fishing processes. / V.V. Barinov, E.V. Osipov // *Fisheries – 2018. – No. 6 – Pp. 48-51.*
4. Дубина В.А., Плотников В.В., Круглик И.А., Дабижа М.К., Черномырдина И.Н. Обнаружение судов на спутниковых изображениях. Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации // *Материалы II Национальной научно-технической конференции. 2018. – С. 12 – 16.*
4. Dubina V.A., Plotnikov V.V., Kruglik I.A., Dabizha M.K., Chernomyrdina I.N. Detection of ships on satellite images. Innovative development of the fishing industry in the context of ensuring food security of the Russian Federation // *Materials of the II National Scientific and Technical Conference. 2018. – Pp. 12-16.*
5. Японское метеорологическое агентство <https://www.jma-net.go.jp/jsmarine/>
5. Japan Meteorological Agency <https://www.jma-net.go.jp/jsmarine/>
6. Matsushita, Y. Energy audit of small scale squid jigging boats in western Japan, *Fisheries Engineering – 2016. – no.52 – Pp. 189-195.*
6. Matsushita Y. Energy audit of small scale squid jigging boats in western Japan, *Fisheries Engineering – 2016. – no.52 – Pp. 189-195.*
7. Яричин В.Г. Состояние изученности циркуляции вод Японского моря // *Тр. ДВНИГМИ. 1980. – Вып. 80. – С. 46-61.*
7. Yarichin V.G. The state of knowledge of the circulation of the waters of the Sea of Japan // *Tr. DVNIGMI. 1980. – Issue 80. – Pp. 46-61.*
8. Бойцов А.Н. Совершенствование техники промысла тихоокеанского кальмара / А.Н. Бойцов, С.В. Лисиенко, Е.В. Осипов, Т.М. Бойцова и другие // *Рыбное хозяйство – №1 – 2022. – С. 92-94. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-92-94*
8. Boitsov A.N. Improvement of fishing techniques for Pacific squid / A.N. Boitsov, S.V. Lisienko, E.V. Osipov, T.M. Boitsova and others // *Fisheries – No. 1 – 2022. – Pp. 92-94. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-92-94*
9. Boytsov A.N., Osipov E.V., Lisienko S.V., Valkov V.E., Shevchenko A.I. Development of the trawl controlled system with flexible spreading devices. *Journal of mechanics of continua and mathematical sciences, Special Issue, No.-10, June (2020) 619-636.*
10. Бойцов А.Н. Управление траловой системой с гибкими распорными устройствами. / А.Н. Бойцов, Е.В. Осипов, С.В. Лисиенко, В.Е. Вальков и другие // *Рыбное хозяйство. – 2019. – № 4. – С. 93-95.*
10. Boitsov A.N. Management of a trawl system with flexible spacers. / A.N. Boitsov, E.V. Osipov, S.V. Lisienko, V.E. Valkov and others // *Fisheries. – 2019. – No. 4. – Pp. 93-95.*
11. Дуленина П.А. Современное состояние ресурсов тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в северо-западной части Татарского пролива (Японское море). / П.А. Дуленина, Е.И. Устинова, А.А. Дуленин // *Известия ТИНРО. – Т.200. – вып. 3. – С. 586 – 604.*
11. Dulenina P.A. The current state of Pacific squid resources *Todarodes pacificus* in the north-western part of the Tatar Strait (Sea of Japan). / P.A. Dulenina, E.I. Ustinova, A.A. Dulenin // *Izvestiya TINRO. – Vol.200. – issue 3. – Pp. 586-604.*



# Влияние гидрологического и гидрохимического режимов на видовое разнообразие и биологические параметры бычковых рыб западной части Северного Каспия

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-46-51

**С.А. Гуцуляк** – старший научный сотрудник Научно-образовательного центра «Осетроводство» Астраханского государственного университета (ФГБОУ ВО «АГУ»);

**Т.В. Помогаева** – специалист Лаборатории морских рыб Волжско-Каспийского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) («КаспНИРХ»)

@ gutculiak@mail.ru,  
pomogatyana@mail.ru

## Ключевые слова:

бычковые, видовой состав, биологические параметры, Северный Каспий, гидрологический режим, соленость, абсолютная численность

## Keywords:

gobies, species composition, biological parameters, Northern Caspian, hydrological regime, salinity, absolute abundance

## INFLUENCE OF HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL REGIMES ON SPECIES DIVERSITY AND BIOLOGICAL PARAMETERS OF GOBY FISH IN THE WESTERN PART OF THE NORTHERN CASPIAN

**S.A. Gutsulyak** – Senior Researcher at the Scientific and Educational Center "Sturgeon Breeding" of Astrakhan State University (ASU);

**T.V. Pomogaeva** - specialist of the Marine Fish Laboratory of the Volga–Caspian branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) ("KaspNIRKh")  
Key words: gobies, species composition, biological parameters, Northern Caspian, hydrological regime, salinity, absolute abundance

Studies were carried out on the influence of the hydrological and hydrochemical regime on the species diversity and biological parameters of goby fish in the western part of the North Caspian in 2016-2018. It is shown that the species composition in these years was represented by 9 species, with a predominance of sand goby and bighead goby and with the increase in sea salinity, stenohaline fish began to appear: gray whip goby and Khvalyn goby, the number of the latter in catches increased in 2018 compared to 2017 by 16.8 times. The number and biomass of gobies in 2018 increased by 4 times compared to previous years and amounted to 2384 million copies, 16.807 thousand. t., respectively, as well as the improvement of their biological parameters, indicate the favorable state of the population, and hence the food supply for anadromous fish, in particular, sturgeon, semi-anadromous species, marine migratory herring.

## ВВЕДЕНИЕ

В западной части Северного Каспия бычковые виды относятся к многочисленным популяциям рыб и играют важную роль в трофологических цепях, являясь кормовыми объектами для осетровых, полупроходных, морских сельдей и тюленя [1; 2].

Видовое биоразнообразие бычковых, на данной акватории, определяется экологическим состоянием моря, которое характеризуется большой вариабельностью гидрохимического и гидрологического режимов, из которых определяющими являются температура, соленость, величина волж-

ского стока и режим уровня моря. Изменение указанных факторов может приводить к смене видового состава бычковых, распределения, качественных и количественных показателей. Изучение состояния запасов популяций бычковых, их распределение и биологические параметры имеет немаловажное значение с целью оценки кормовой базы для многих видов рыб и каспийского тюленя, совершающих ежегодно сезонные нагульные миграции в северной части Каспийского моря [3].

Цель нашей работы заключалась в оценке влияния температуры, солености, величины волжского стока и уровня моря на видовой состав, распределение, концентрации и биологические параметры бычковых.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнялась в течение трёх лет (2016-2018) в летние периоды на базе Волжско-Каспийского филиала «КаспНИРХ» Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО).

Экспериментальные лова проходных и полупроходных рыб осуществлялись с судов НИС «Медуза» и НИС «Гидробиолог» в западной мелководной части Северного Каспия от островов Тюлений до Укатного на глубинах от 3-10 м по стандартной сетке станций (рис. 1)

В качестве орудия лова был использован 4,5 м мальковый трал, снабженный кутком из килечной дели. Контрольные ловы проводились по схеме – одно траление в каждом квадрате исследуемой акватории, площадью 7,0×10,0 миль [4]. Лов осуществлялся мальковым 4,5 м донным тралом, длиной 4,5 м в течение 20 минут. Доставленную рыбу на палубе разбирали по видовому составу (рис. 2).

Отобранные бычковые помещались в марлевый мешочек, снабженный этикеткой и фиксировались 10% раствором формалина либо замораживались, и в таком виде доставлялись в лабораторию для дальнейшей обработки, где подвергались биологическому анализу, то есть их промеряли, взвешивали и определяли коэффициент упитанности по Фультону [5].

На каждой станции измерялась температура воды, соленость. Температура воды измерялась в поверхностном слое с помощью ртутных термометров в оправе, в придонном слое – в батометрах БМ-48 по стандартной методике [6].

Соленость или электропроводность морской воды определялась по общепринятой методике [7]. Пробы отбирались батометром БМ-48 с поверхностного и придонного горизонтов.

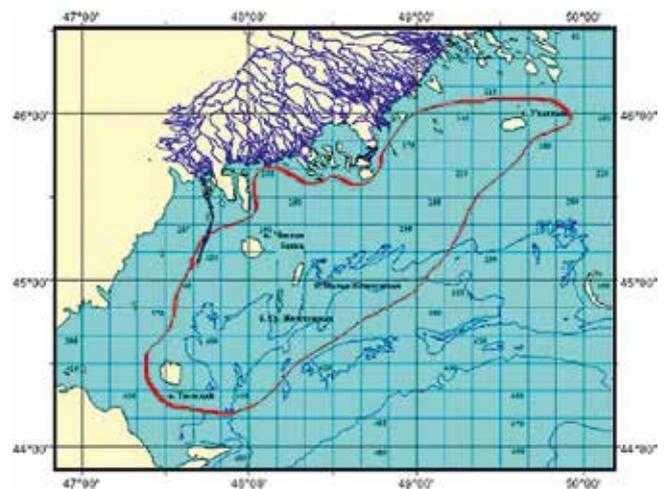
Данные по уровню Каспийского моря и стоку р. Волга были взяты на сайте Координационного комитета по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения Каспийского моря (КАСПКОМ) [8]. Абсолютная численность бычковых в 2018 г. рассчитывалась по И.И. Лапицкому [9].

Проводились исследования по влиянию гидролого-гидрохимического режима на видовое разнообразие и биологические параметры бычковых рыб в западной части Северного Каспия в 2016-2018 годах. Показано, что видовой состав в эти годы был представлен 9 видами, с преобладанием бычка-песочника и бычка-головача, а также, с ростом солёности моря, стали появляться стеногалянные рыбы: серый бычок-кнут и бычок хвалынский, численность последнего в уловах возросла в 2018, по сравнению с 2017 г., в 16,8 раза. Численность и биомасса бычковых в 2018 г. возросла в 4 раза, по сравнению с предыдущими годами, и составила 2384 млн экз. и 16,807 тыс. т, соответственно. Улучшение их биологических параметров свидетельствуют о благополучном состоянии популяции, а значит и кормовой базе для проходных рыб, в частности, осетровых, полупроходных видов, морских мигрирующих сельдей.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Изменения гидролого-гидрохимического режима находятся в прямой зависимости от величины волжского стока и среднегодового уровня моря. Уменьшение годового стока р. Волга в 2018 г. до 270,0 км<sup>3</sup> привело к незначительному снижению уровня моря до отметки –28,03 м БС, что практически соответствовало значениям предыдущих лет, так в 2017 г. (–27,95) и 2016 г. (–28,03) (табл. 1). Уменьшение уровня Каспия во многом определило состояние водно-солевого баланса, формируя площадь нагульных ареалов и буферных зон в Северном Каспии для проходных и полупроходных видов рыб.

Температурный режим северокаспийских вод в летний период 2018 г. характеризовался преобладанием стратифицированных водных масс в июне и максимальным прогревом моря в июле, с формированием однородных темпе-



**Рисунок 1.** Район исследований, мелководная часть Северного Каспия  
**Figure 1.** Research area, shallow part of the Northern Caspian

**Table 1.** Гидролого-гидрохимические показатели западной части Северного Каспия в летний период 2016-2018 годов / **Таблица 1.** Hydrological and hydrochemical indicators of the western part of the Northern Caspian Sea in summer 2016-2018

Показатели	Годы		
	2016	2017	2018
Температура воды, °С	27,2/26,6	26,6/24,9	27,0/25,0
Соленость, ‰	7,28	7,72	8,05
Среднегодовой уровень Каспия, м	-28,03	-27,95	-28,03
Годовой сток р. Волги, км <sup>3</sup>	265,0	287,9	270,0

**Table 2.** Видовой состав бычковых рыб западной части Северного Каспия в летний период 2016-2018 годов / **Таблица 2.** Species composition of goby fish in the western part of the Northern Caspian Sea in summer 2016-2018

Виды бычковых	Доля в улове, %			Улов экз./ час траления.		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Бычок-песочник ( <i>neogobius fluviatilis</i> )	36,2	71,6	49,2	56,3	28,2	83,0
Бычок-кругляк ( <i>neogobius melanostomus</i> )	63,7	17,1	19,2	99,1	6,7	32,4
Бычок хвалынский ( <i>neogobius caspius</i> )	-	7,4	28,9	-	2,9	48,7
Бычок-цуцик ( <i>proterorhinus marmoratus</i> )	0,03	0,5	0,5	0,05	0,2	0,8
Бычок-головач ( <i>ponticola gorlap</i> )	0,01	2,4	0,1	0,03	0,9	0,2
Бычок-ширман ( <i>neogobius syrman eurystomus</i> )	0,01	0,4	-	0,02	0,1	-
Бычок-гонец ( <i>neogobius gymnotrachelus</i> )	-	0,2	0,2	-	0,1	0,3
Серый бычок кнут ( <i>mesogobius nonultimus</i> )	-	-	1,6	-	-	2,7
Пуголовка ( <i>Bentophilus</i> )	0,05	0,7	0,3	0,1	0,3	0,5
<b>Итого</b>				<b>155,6</b>	<b>39,4</b>	<b>168,6</b>

ратурных полей на мелководных участках. Наиболее благоприятные условия для нагула рыб по термическому режиму складывались в западной ее части, так как прогрев моря здесь не превышал 27°C.

В июне температурный режим формировался двумя факторами: с одной стороны – началом интенсивного прогрева поверхностных слоев моря, а с другой – усилением адвекции холодных среднекаспийских вод в придонном слое. Фоновые величины температуры воды в районе свала глубин и Кулалинского порога составляли 21,0-23,0°C; повышенным теплозапасом (23,0-25,0°C) отличалась акватория района западной волжской струи. В конце июня формировался равномерный прогрев водной толщи, с аномально высокой температурой воды (27,0-29,0°C) в предустьевой части р. Волга и достижением на отдельных участках экстремально высоких величин (30,0-30,4°C). В придонном слое воды большой перепад температур (10,4-30,0°C) определялся поступлением среднекаспийских вод, адвекция которых наблюдалась до акватории банки Средняя Жемчужная. В июне, на фоне вертикальной стратификации моря, при усилении компенсационного подтока среднекаспийских вод обедненных кислородом, происходило образование обширных площадей с гипоксией в придонном слое моря.

В июле происходило увеличение термической однородности вод. В поверхностном горизонте моря температура воды изменялась от 26,4 до

28,8°C, с прогревом большей части акватории до 27,0-28,0°C. В придонных водах увеличение температуры воды происходило с запада (25,0-27,0°C) на восток (27,0-28,4°C) акватории. Прогрев моря выше 27,0°C обусловил дискомфортные условия для нагула рыб в восточной части участка. Наиболее благоприятная обстановка по термическому режиму складывалась на западе акватории.

Режим **солености** в летний период 2018 г. формировался при чрезвычайно раннем (конец апреля) прохождении максимальных расходов в половодье, что способствовало опреснению акватории моря в пределах до 6-8 метровой изобаты, где величины солености изменялись в диапазоне 0,29-7,35‰ в поверхностном горизонте и 0,23-7,58‰ – в придонном слое. Опреснением была охвачена вся мелководная и отчасти приглубая зона, а на акватории от о. Тюлений до банки Ракушечная сформировалась буферная зона с соленостью до 8‰.

В июне величины солености изменялись в широком диапазоне от 0,25 до 12,84‰ в поверхностном горизонте и от 0,24 до 12,82‰ – в придонном слое моря. Основной перенос волжских вод происходил вдоль западного побережья. Адвекция волжских вод в восточную часть моря была ограничена и происходила исключительно вдоль северного побережья, поскольку в районе акватории Кулалинского порога наблюдался мощный заток среднекаспийских вод. Вертикальное распределение характеризовалось фор-

мированием ярко выраженной стратификацией водной толщи, главным образом в зоне прохождения западной волжской струи. Вертикальная расслоенность вод определялась опреснением верхнего слоя моря под воздействием речного стока и осолонением придонного горизонта, в результате затока соленых среднекаспийских вод. В июле началось постепенное осолонение мелководных районов западной части Северного Каспия. Площадь, занятая водами с соленостью 0-2‰, заметно сократилась. Вертикальное распределение солености характеризовалось однородностью значения.

В 2018 г., в условиях прохождения максимальных расходов в конце апреля и сокращения стока в июне, в начале лета существенного расширения опресненных зон в западной части моря не произошло. Средняя соленость составила 7,31‰. В июле началось осолонение мелководных районов, сокращение опресненной зоны и рост средней солености до 8,05‰. Летом область активного опреснения сохранялась на мелководных участках моря до глубин 6-8 м и в зоне прохождения западной волжской струи до о. Тюлений, обеспечив благоприятный солевой режим для молоди и взрослых рыб в данных районах.

Основными местами обитания бычковых, во все годы исследований, был центральный район исследуемой акватории – район островов Чистая банка, банок Малая и Средняя Жемчужная. Но в районе Кулалинской банки в 2018 г. были отмечены максимальные уловы, они были достаточно высокими от 1500-1836 экз./час траления. Несмотря на такие высокие показатели, средний улов на исследуемой акватории составил всего 168,6 экз./час траления, так как преобладали траловые ловы, не превышающие 100 экз./час траления, и все же этот показатель был выше в 4,3 раза, чем в 2017 году.

Видовой состав бычковых рыб в уловах, в исследуемые 2016-2018 годы, был представлен 9 видами семейства Gobiidae, относящимися к 5 родам *Neogobius*, *Proterorhinus*, *Ponticola*,

*Mesogobius* и *Bentophilus*: эвригалинные виды – бычок-песочник (*neogobius fluviatilis pallasi* (Berg)), бычок-кругляк (*neogobius melanostomus* (Pallas)), бычок-цуцик (*proterorhinus marmoratus* (Pallas)); стеногалинные виды – бычок хвалынский (*neogobius caspius* (Eichwald)), серый бычок кнут (*mesogobius ponultimus* (Iljin)), пресноводно-солонатоводные бычок-ширман (*neogobius syrman eurystomus* (Berg)), бычок-голец (*neogobius gymnotrachelus* (Kessler)), бычок-головач (*ponticola gorlap* (Iljin)), пугловка (*bentophilus*) (табл. 2).

Во все годы исследований формирование численности и биомассы проходило за счет самых массовых видов – бычка-песочника и бычка-кругляка, их общая доля в уловах была очень высока, в 2016 г. практически составляла 100%, но в дальнейшем наблюдается снижение, так, в 2017 г. – 88,7%, а в 2018 г. – 68,4%. Но при этом, следует отметить, что основную численность и биомассу формировал бычок-песочник, особенно в 2017 г., что объясняется биологическими эвригалинными особенностями, позволяющими ему обитать как в опресненных, так и в водах с широким диапазоном солености [10]. На втором месте был бычок-кругляк, относящийся к эврибионтным организмам, который менее подвержен существенным колебаниям среды обитания, благодаря своей экологической пластичности.

С повышением солености моря в 2017-2018 годах, в уловах появился солёнолюбивый вид бычок хвалынский. Особо следует отметить, что в 2018 г. доля бычка хвалынского была очень высокой и составила практически 1/3 улова всех бычковых, превосходя бычка-кругляка (28,9 против 19,2%), который был одним из доминирующих все годы исследований. Обращает на себя внимание, что в 2018 г. в уловах был встречен очень редкий для северной части моря и практически неизученный серый бычок-кнут (*mesogobius ponultimus*), его постоянным местом обитания считается Средний и Южный Каспий с высокой степенью солёности, но доля



Рисунок 2. Орудие лова – мальковый 4,5 м трал

Figure 2. Fishing gear – 4.5 m fry trawl

**Table 3.** Биологические параметры бычковых рыб западной части Северного Каспия в летний период 2016-2018 годов / **Таблица 3.** Biological parameters of goby fish of the western part of the Northern Caspian Sea in summer 2016-2018

Виды бычковых	Года								
	2016			2017			2018		
	Л, см	Q, г	Уп.	Л, см	Q, г	Уп.	Л, см	Q, г	Уп.
Бычок-песочник ( <i>neogobius fluviatilis</i> )	6,4	5,2	1,98	6,3	5,3	2,11	6,9	6,0	1,83
Бычок-кругляк ( <i>neogobius melanostomus</i> )	7,0	7,9	2,3	7,8	11,8	2,45	6,6	6,7	2,33
Бычок-цуцик ( <i>proterorhinus marmoratus</i> )	5,8	3,7	1,89	5,2	2,5	1,78	4,8	2,5	2,26
Бычок-головач ( <i>ponticola gorlap</i> )	7,0	8,0	2,33	10,0	19,8	1,9	10,3	28,6	2,62
Бычок-ширман ( <i>neogobius syrman eurystomus</i> )	11,5	37,5	2,47	18,0	93,0	1,59	-	-	-
Бычок-голец ( <i>neogobius gymnotrachelus</i> )	-	-	-	5,0	2,2	1,32	5,1	2,7	2,04
Бычок хвалынский ( <i>neogobius caspius</i> )	-	-	-	8,3	11,3	1,9	7,7	9,2	2,02
Серый бычок кнут ( <i>mesogobius nonultimus</i> )	-	-	-	-	-	-	6,3	5,5	2,2
Пуголовка ( <i>Bentophilus</i> )	6,8	10,3	3,28	6,8	8,7	2,8	5,9	7,5	3,65

**Источник.** Л, см. – абсолютная длина рыбы, Q, г. – вес рыбы, Уп. – Упитанность по Фультону

его в улове была достаточно высокой, по сравнению с другими видами.

В тоже время повышение солёности воды в море в 2018 г. привело к тому, что пресноводно-солонатоводные виды, такие как бычок-ширман вообще не присутствовали в уловах, доля бычка-головача снизилась до 0,1%, а бычок-голец хоть и встречался в уловах, но был малочислен и доля его тоже была незначительной (0,2%). Доля эвригалинного вида бычка-цуцика, обитавшего, как правило, в мелководной части, оставалась невысокой два года подряд (0,5%), это объясняется тем, что исследования проводились в более приглубых участках моря, а данный вид в море старается держаться у берегов, на опресненных прибрежных участках.

Результаты исследований биологических параметров 9 видов бычковых рыб представленные в таблице 3, свидетельствуют, что за период наблюдений (2016-2018 годы) произошли изменения по изучаемым показателям: длина, вес и упитанность. Так, самый многочисленный вид – бычок-песочник несколько увеличился в длину (от 6,3 до 6,9 см) и по весу (5,2-6,0 г), что соответствует данному виду на исследуемой акватории моря. Незначительный рост этих значений наблюдался также у бычка-кругляка в 2017 г. по сравнению с 2016 г., но затем, в 2018 г., было зафиксировано снижение и длины и веса, хотя коэффициент упитанности не изменился и оставался на уровне 2016 года.

Следует особо отметить, что у встречающихся в единичных экземплярах бычка-головача наблюдался значительный рост длины и веса из года в год. Так, если в 2016 г. значения этих показателей составляли 7,0 см и 8,0 г, то в следу-

ющем, 2017г. – 10,0 см и 19,8 г, а в 2018 – 10,3 и 28,6, соответственно, т.е. за три года его длина выросла в 1,5, а вес – в 3,6 раза. В то же время бычок-цуцик, также встречающийся в единичных экземплярах, наоборот уменьшился в своих размерах, хотя и в незначительной степени: длина – с 5,8 до 4,8 см, а вес – с 3,7 до 2,5 граммов. Биологические параметры бычка-гонца за 2 года исследований мало изменились, за исключением коэффициента упитанности, который в 2018 г. возрос до с 1,32 до 2,04 единиц. Все три года исследований в уловах встречалась пуголовка небольшой численностью, её размеры с каждым годом уменьшались. Так, длина с 6,8 до 5,9 см, вес – с 10,3 до 7,5 г, но упитанность в 2018 г. возросла до 3,65 с 2,8 в 2017.

Как уже указывалось, с ростом солёности моря стали появляться стеногалинные рыбы: серый бычок-кнут и бычок хвалынский, численность последнего в уловах возросла в 2018, по сравнению с 2017 г., в 16,8 раза, но его размеры (длина и вес) уменьшились (с 8,3 до 7,7 см, и 11,3 до 9,2 г, соответственно), хотя упитанность незначительно увеличилась – на 7%. В 2018 г. появился малоизученный серый бычок-кнут, доля которого в уловах была небольшой (1,6%), как и его размеры: длина – 6,3 см и вес – 5,5 грамма. Следует отметить, что в работах, опубликованных в 1936, 1957 и 1967 годах [10; 11; 12; 13] сообщалось, что бычок-кнут встречался в единичных экземплярах в юго-восточной части моря. Его длина составляла 12,7 см, а также – в средней и его части, с абсолютной длиной 8,6-17,0 см. Исходя из этого, можно констатировать, что длина бычка-кнута в наших уловах была ниже.

Таким образом, биологические параметры изученных бычковых соответствовали их видо-

вой принадлежности и району исследований. Увеличение численности и биомассы бычковых в 2018 г. составили 2384 млн экз., а биомасса 16,807 тыс. т, что в 4 раза больше 2017 г. и свидетельствует о благополучном состоянии популяции, и, соответственно, кормовой базе для проходных рыб, в частности, осетровых, полупроходных видов, морских мигрирующих сельдей и каспийского тюленя.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования показали, что экосистема Волго-Каспийского бассейна в 2016-2018 годах формировалась в условиях повышенного годового стока Волги, стабилизации уровня моря, термо-халинной стратификации в июне, усилении прогрева и осолонении моря в июле. Благоприятный температурный и солевой режим для рыб складывался в зоне прохождения западной волжской струи. На фоне увеличения подтока среднекаспийских вод, с высокой соленостью, произошло уменьшение площадей с опресненными водами, что способствовало в 2018 г. благоприятным условиям для нереста и нагула бычковых, в частности, стеногалинных видов: бычка хвалынского и серого бычка-кнута. Результаты наших исследований подтвердили, ранее опубликованные, данные Т.Г. Степановой [1], что основными факторами, определяющими видовое биоразнообразие бычковых, являются температурный режим, соленость, величина волжского стока и режим уровня моря.

Авторы благодарны сотрудникам лаборатории водных проблем и токсикологии ФГБНУ «КаспНИРХ» за предоставление данные по гидролого-гидрохимическому режиму Северного Каспия в период исследований.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Степанова Т.Г. Значение бычковых рыб в экосистеме Каспийского моря / Т.Г. Степанова, А.Ф. Сокольский // Эволюция экосистем под влиянием вселенцев и искусственной смертности фауны: Материалы межд. конф. – Ростов-на Дону, 2003. – С. 132-133.
1. Stepanova T.G. The significance of bullfishes in the ecosystem of the Caspian Sea / T.G. Stepanova, A.F. Sokolsky // Evolution of ecosystems under the influence of settlers and artificial mortality of fauna: Materials of the International Conference – Rostov-on-Don, 2003. - Pp. 132-133.
2. Молодцова А.И. Состояние нагула осетровых в Каспийском море в 2003 г. / А.И. Молодцова, А.А. Полянинова, А.И. Кашенцева, А.К. Камелов // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 г. – Астрахань: КаспНИРХ, 2004. – С.215–225.
2. Molodtsova A.I. The state of sturgeon feeding in the Caspian Sea in 2003 / A.I. Molodtsova, A.A. Polyaniyina, A.I. Kashentseva, A.K. Kamelov // Fisheries research in the Caspian Sea: Research results for 2003 – Astrakhan: KaspNIRKh, 2004. – Pp.215–225.
3. Степанова Т.Г. Формирование биоразнообразия и численности бычковых рыб в Северном Каспии / Т. Г. Степанова // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 г. Сб. науч. тр. – Астрахань, 2004. – С. 268-273.

3. Stepanova T.G. Formation of biodiversity and abundance of goby fish in the Northern Caspian / T. G. Stepanova // Fisheries research in the Caspian: Research results for 2003. Collection of scientific tr. – Astrakhan, 2004. – Pp. 268-273.
4. Судаков Г.А. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания / Г.А. Судаков. – Астрахань: КаспНИРХ, 2011. – 193 с.
4. Sudakov G.A. Instructions for the collection and primary processing of materials of aquatic bioresources of the Caspian basin and their habitat / G.A. Sudakov. – Astrakhan: KaspNIRKh, 2011. – 193 p.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
5. Pravdin I.F. Guide to the study of fish / I.F. Pravdin. – M.: Food. prom-st, 1966. – 376 p.
6. РД 52.24.496-2005. Температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений, 2005. – 11 с.
6. RD 52.24.496-2005. Temperature, transparency and smell of the surface waters of the land. Measurement methodology, 2005. – 11 p.
7. РД 52.10.243-92. Руководство по анализу морских вод. - Санкт-Петербург. Гидрометеоиздат, 1993. – с.263.
7. RD 52.10.243-92. Guidelines for the analysis of marine waters. - St. Petersburg. Hydrometeorological Publishing House, 1993. – p. 263.
8. «Бюллетень уровня Каспийского моря» <http://www.caspc.com/>
8. "Bulletin of the Caspian Sea level" <http://www.caspc.com/>
9. Лапицкий И.И. Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище – Волгоград: Нижне-Волжское книжное изд-во, 1970. – С. 171-175.
9. Lapitsky I.I. Directed formation of ichthyofauna and management of fish populations in the Tsimlyansk reservoir – Volgograd: Lower Volga Book Publishing House, 1970. – Pp. 171-175.
10. Абдурахманов Г.М. Влияние экологических факторов на видовой состав, численность и распределение бычковых в западном районе Северного Каспия / Г.М. Абдурахманов, С.А. Гуцуляк, Н.И. Сокольская // Юг России: экология и развитие. – 2013. – № 4. – С. 33-40.
10. Abdurakhmanov G.M. The influence of environmental factors on the species composition, abundance and distribution of gobies in the western region of the Northern Caspian / G.M. Abdurakhmanov, S.A. Gutsulyak, N.I. Sokolskaya // South of Russia: ecology and development. – 2013. – No. 4. – Pp. 33-40.
11. Ильин Б.С. Новый бычок из каспийского моря *Gobius nonultimus* sp.n (Pisces, Gobiidae). – Докл. АН СССР, 1936. – 4. – №7. – с. 325-327.
11. Ilyin B.S. A new goby from the Caspian Sea *Gobius nonultimus* sp.n (Pisces, Gobiidae). – Dokl. USSR Academy OF Sciences, 1936. – 4. – №7. – Pp. 325-327.
12. Рагимов Д.Б. О систематике бычков рода *Gobius* Каспийского моря. в кн: Биологическая продуктивность Куринско-Каспийского рыболовного района. – Баку, 1967. – с. 252-277.
12. Ragimov D.B. On the taxonomy of gobies of the genus *Gobius* of the Caspian Sea. in the book: Biological productivity of the Kura-Caspian fishing area. – Baku, 1967. – Pp. 252-277.
13. Пинчук В.И. Систематика бычков родов *Gobius* Linne (отечественные виды), *Neogobius* Iljin и *Mesogobius* Bleeker // Вopr. ихтиологии. – 1977. – Т. 17. – вып. 4(105). – С. 587-596.
13. Pinchuk V.I. Taxonomy of gobies of the genera *Gobius* Linne (domestic species), *Neogobius* Iljin and *Mesogobius* Bleeker // Vopr. ichthyology. – 1977. – Vol. 17. – issue 4(105). – Pp. 587-596.

# РЫБНЫЕ ФЕРМЫ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

Рыбные фермы представляют собой совокупность конструкций (ячеек) круглой, квадратной, ромбовидной и даже многогранной формы (в зависимости от видов рыб).

Каркас ячейки изготовлен из полиэтилена низкого давления, который в определенных узловых местах или по периметру наполняется блоком плавучести.

Система крепления состоит из якорных блоков, цепей, буйков, соединительных звеньев и цепных замков различного размера и диаметра. Диаметр и толщина труб выбирается исходя из нагрузок и характеристик географического расположения фермы.

**Садковое рыбоводство активно развивается в России, поскольку имеет ряд преимуществ:**

- садковые хозяйства можно располагать непосредственно в водоёмах;
- расположение садковых линий не требует больших земельных площадей;
- снижение капитальных затрат на строительство рыбоводных и гидротехнических сооружений;
- отсутствие принудительной подачи воды – снижение расходов на электроэнергию;
- интенсивность производства;
- рыба выращивается в естественной среде;
- во многих случаях садковые хозяйства – единственная возможность сохранить и восстановить поголовье редких и особо ценных пород рыбы.



## Что в итоге?

- Такая конструкция выдерживает серьёзные ветровые и волновые нагрузки;
- конструкция прочная и непотопляемая;
- не обрастает льдом;
- материал сохраняет прочность конструкции;
- садки могут быть любой формы;
- при необходимости, садки изготавливаются в сборном варианте, что обеспечивает простоту транспортировки, высокую скорость сборки и даёт возможность перестановки садков и наращивания дальнейшего производства.

## Индивидуально учитывается при проектировании:

- диаметр и толщина трубы несущей конструкции садков;
- необходимый вес якорей;
- диаметр и толщина трубы леерного ограждения;
- методы крепления узлов и садков;
- материал и диаметр каната;
- материал и ячей дели.

ССРЗ «РИФ» берет на себя реализацию проекта «под ключ» – от технического задания до сдачи объекта в эксплуатацию с дальнейшим обслуживанием и контролем качества, включая получение разрешительной документации.



### Наши преимущества:

- 1) сотрудничаем со специалистами ведущих научных институтов России;
- 2) имеем рыбное биологическое обоснование на садки по выращиванию рыбы;
- 3) проектируем рыбные фермы и фермы для выращивания гидробионтов с учетом климатических условий, ветровых и волновых нагрузок, особенностей акватории и индивидуальных пожеланий Заказчика;
- 4) отбираем качественные материалы, проверяем, посредством отдела контроля качества и изготавливаем в кратчайшие сроки, садки, конструкции, якоря и комплекты оборудования и оснащения;
- 5) монтируем рыбные фермы любой конфигурации в морских и пресных водоемах в любой точке страны и мира.
- 6) стоимость рыбных ферм производства «РиФ» до 25% ниже иностранных аналогов.

Мы можем установить причалы и понтоны для обслуживания рыбной фермы из пластика или железобетона, а также завод строит катера длиной до 20 метров для обслуживания ферм, находящихся в отдалении от берега.

Корпус катера выполнен из ПНД, не подвержен коррозии и образованию осмоса, не требует ежегодной покраски, не выгорает на солнце, благодаря наличию УФ-защиты. Всё это позволяет значительно снизить эксплуатационные расходы судовладельца. Стойкость к образованию трещин, повышенная ударопрочность, даже при экстремально низких температурах, простота в уходе и эксплуатации – все это позволяет продлить жизненный цикл катера «РиФ» до 50 лет. Гарантия на корпус составляет 30 лет.

Полиэтилен низкого давления значительно превосходит традиционные материалы (сталь, алюминий, дерево, стекловолокно) в надёжности и экономичности. Корпус – экологически чистый, что позволяет использовать катер даже на природоохранных акваториях, обладает звукопоглощающими свойствами.

Таким образом, завод «РиФ» предлагает своим клиентам комплексные решения и поддерживает государственную политику импортозамещения, создавая конкурентоспособный продукт отечественного производства, не уступающий иностранным аналогам.



### КОНТАКТЫ:

АО «Судостроительно-судоремонтный завод «РиФ»

Ростов-на-Дону, 13 линия, 93  
info@zao-rif.com  
8 -800-600-07-35

**Ключевые слова:**

аквакультура, лососевые, европейский сиг, шпротные отходы, белковые гидролизаты, пептидная добавка, белково-минеральная добавка

**Keywords:**

aquaculture, salmon, European whitefish, sprat waste, protein hydrolysates, peptide additive, protein-mineral additive

# Применение продуктов гидролиза шпротных отходов при кормлении европейского сига *Coregonus lavaretus* в аквакультуре

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-54-61

Доктор технических наук, профессор **О.Я. Мезенова** – заведующая кафедрой пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»;

Кандидат биологических наук **Д.С. Пьянов** – научный сотрудник ФГБНУ "ВНИРО" Атлантический филиал ФГБНУ "ВНИРО" ("АтлантНИРО»);

Кандидат технических наук, доцент **С.В. Агафонова** – кафедра пищевой биотехнологии;

Кандидат технических наук, доцент **Н.Ю. Романенко** – кафедра пищевой биотехнологии;

**В.В. Волков** – заместитель директора технопарка;

**Н.С. Калинина** – заведующая лабораториями кафедр пищевой биотехнологии – ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

@ mezenova@klgtu.ru;  
 pyanov@yahoo.com;  
 svetlana.agafonova@klgtu.ru;  
 vladimir.volkov@klgtu.ru;  
 nataliya.mezenova@klgtu.ru;  
 natalya.kalinina@klgtu.ru

## APPLICATION OF PRODUCTS OF HYDROLYSIS OF SPRAT WASTE IN FEEDING THE EUROPEAN WHITE COREGONUS LAVARETUS IN AQUACULTURE

Doctor of Technical Sciences, Professor **O.Ya. Mezenova** – Head of the Department of Food Biotechnology of the Kaliningrad State Technical University; Candidate of Biological Sciences **D.S. Pyanov** – Research Associate of VNIRO Federal State Budgetary Institution Atlantic Branch of VNIRO Federal State Budgetary Institution (AtlantNIRO);

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **S.V. Agafonova** – Department of Food Biotechnology;

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **N.Yu. Romanenko** – Department of Food Biotechnology;

**V.V. Volkov** – Deputy Director of Technopark;

**N.S. Kalinina** – Head of Laboratories of the Department of Food Biotechnology – in "Kaliningrad State Technical University"

European whitefish are widely used for artificial reproduction in aquaculture. Relevant is the search for alternative solutions for protein supplements in the composition of animal feed for its cultivation. A promising source of valuable protein is fish waste from canning industries. In the Kaliningrad region, 80% of Russian canned food "Sprats in oil" is produced. The daily amount of sprat waste is 2-10 tons. The use of protein products of hydrolysis of smoked sprat heads instead of a part of fishmeal in compound feeds for whitefish juveniles was studied in this work. Hydrolysis was carried out by a high-temperature method in an aqueous medium to obtain two types of protein supplements. In the first experiments, a 5% low molecular weight peptide supplement with a protein content of 82.7% was introduced into the model feed instead of the corresponding amount of fishmeal. In the second series of experiments, a 10% protein-mineral supplement was introduced with a protein content of 54.5% and mineral substances of 24.0%. The experiments were carried out in a closed aquaculture system based on AtlantNIRO. After 56 days of feeding, the fish breeding, morphobiological and organosomatic parameters of the fish were comparatively studied. The promising potential of additives as feed components has been established. The introduction of a 5% peptide additive led to an increase in the fry survival rate. The use of a 10% protein-mineral supplement resulted in higher growth rates and lower feed ratios. In both experiments, there was no negative effect on the growth and morpho-physiology of the studied fish. For more reliable results, further study of alternative amounts of inclusion of these additives in the feed is required.

### АКТУАЛЬНОСТЬ

Лососевые рыбы – один из основных объектов мировой товарной аквакультуры [1]. Европейский сиг *Coregonus lavaretus*, относящийся к лососевым, – важный объект коммерческой аквакультуры в Российской Федерации [2]. Это один из популярных видов рода *Coregonus*, группы высоко ценимых лососевых рыб, широко используемых для искусственного воспроизводства [3; 4]. Разведение сига также распространено в Северной Европе и странах Балтийского региона [5; 6]. В Калининградской области на Куршской Косе специалисты Атлантического филиала ФГУП «ВНИРО» («АтлантНИРО») занимаются данным вопросом и проводят эксперименты по выращиванию Европейского сига с применением различных комбикормов с целью импортозамещения и выработки альтернативных решений [7].

Производство лососевых в аквакультуре во многом зависит от качества кормов, основным компонентом которых является рыбная мука, как источник полноценного белка и минеральных веществ, прежде всего, кальция и фосфора, необходимых для формирования скелета рыб [8; 9]. Однако в Калининградской области этот ресурс ограничен, выработкой рыбной муки действующие рыбоперерабатывающие предприятия не занимаются из-за ограниченности поступающего океанического сырья [10]. В настоящее время в комбикормах для аквакультуры широко используются различные растительные и животные белковые продукты (соевый шрот, кровяная и перьевая мука и др.). При этом возникают проблемы из-за антипитательных факторов в растительных источниках или аминокислотной несбалансированности животных белков, в результате отсутствия ценных незаменимых аминокислот [11]. Перспективным представляется использование, в качестве источника усвояемых аминокислотных и белково-минеральных композиций, вторичного рыбного сырья (отходов от разделки рыбы) в форме различных фракций гидролизатов [12-14].

Рыбные гидролизаты, полученные из вторичного сырья, считаются важнейшим источником белка и биоактивных пептидов, обладающих высокой функциональностью и повышенной усвояемостью [15-16]. Доказано, что частичное включение рыбных гидролизатов в комбикорма для лососевых приводит к улучшению показателей роста, особенно при использовании в стартовых кормах [11; 17].

Качество рыбных гидролизатов зависит от вида сырья и способа его гидролиза. Среди существующих способов гидролиза (ферментативный, химический, температурный, автоферментализ, бактериальная энзимология) перспективным, при переработке рыбных отходов, отличающихся повышенным содержанием коллагеновых белков и минеральных веществ, представляется безхимический высокотемпературный гидролиз [18]. Данный процесс характеризуется высокой эффективностью по глубине деградации тканей, химической безопасностью и регулируемостью через

Европейский сиг широко используется для искусственного воспроизводства в аквакультуре. Актуальным является поиск альтернативных решений по протеиновым добавкам в составе комбикормов для его выращивания. Перспективным источником ценного протеина являются рыбные отходы консервных производств. В Калининградской области производится 80% российских консервов «Шпроты в масле». Ежесуточное количество шпротных отходов составляет 2-10 тонн.

В работе исследовано применение белковых продуктов гидролиза копченых голов кильки, взамен части рыбной муки в комбикормах для молоди сига. Гидролиз проводили высокотемпературным способом в водной среде с получением двух видов белковых добавок. В первых экспериментах вводили в модельные корма 5% низкомолекулярной пептидной добавки с содержанием белка 82,7%, взамен соответствующего количества рыбной муки. Во второй серии экспериментов вводили 10% белково-минеральной добавки с содержанием белка 54,5 и минеральных веществ 24,0%. Эксперименты проводили в замкнутой системе аквакультуры на базе АтлантНИРО. По истечении 56 суток кормления сравнительно исследовали рыбоводные, морфобиологические и органосоматические показатели рыб. Установлен перспективный потенциал добавок в качестве кормовых компонентов. Введение 5% пептидной добавки привело к повышению показателя выживаемости мальков. Использование 10% белково-минеральной добавки привело к повышению скорости роста и более низким значениям кормового коэффициента. В обоих экспериментах не было выявлено негативного влияния на рост и морфофизиологию исследованных рыб. Для более достоверных результатов требуется дальнейшее изучение альтернативных количеств включения в корма данных добавок.

контроль температуры и давления, при этом целевые продукты отличаются санитарно-гигиенической чистотой, поскольку процесс осуществлялся при температуре более 100°C [14; 18].

Отходы рыбоперерабатывающих предприятий – доступное и полноценное по химическому составу рыбо-белковое сырье. Их количество, при выработке филе, может достигать 80% массы сырья, а при производстве консервов составляет в среднем около 50% (головы, внутренности, плавники, хребты, чешуя и др.) [10]. В России около 70% рыбных консервов производится в Калининградской области, здесь расположено большинство рыбоконсервных предприятий, вырабатывающих широкий ассортимент данной продукции. При этом консервная промышленность региона аккумулирует около 10-12 т вторичного рыбного сырья в сутки, которое предприятиями не перерабатывается [7].

Одновременно в регионе наращивается переработка балтийской кильки, вылавливаемой в Куршском и Калининградском заливах, идущей



**Рисунок 1.** Изготовление экспериментальных комбикормов  
**Figure 1.** Production of experimental compound feeds

в основном на производство консервов «Шпроты в масле». Производственная мощность региона, по выпуску данных консервов, достигает по сырью 20 т/сутки [7; 10; 13]. При этом накапливается значительное количество (от 2-х до 10 т) шпротных отходов – голов копченой кильки, остающихся не переработанными и создающими экономическую и экологическую проблему предприятиям. Данное количество вторичного сырья – перспективный источник концентрированного рыбного белка и минеральных веществ, которые могут быть использованы в составе комбикормов при выращивании лососевых.

В Калининградском государственном техническом университете разработан инновационный способ переработки копченых голов кильки методом высокотемпературного гидролиза с полу-

чением низкомолекулярных пептидных добавок со средней молекулярной массой пептидов 10-12 КДа, содержащих более 80% сырого протеина и белково-минеральных добавок, включающих более 50% массы белка и более 20% минеральных веществ [13; 19].

Цель настоящего исследования – оценка влияния пептидной и белково-минеральной добавок – продуктов высокотемпературного гидролиза голов копченой кильки, вносимых в состав комбикорма, на рост и выживаемость молоди Европейского сига.

### ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Центре передовых технологий использования белков Калининградского государственного технического университета были подготовлены три вида экспериментального корма для проведения опытов по кормлению мальков Европейского сига. Белковые добавки получали высокотемпературным гидролизом шпротных отходов в нейтральной водной среде. Для этого гомогенизированные головы копченой кильки смешивали с горячей водой и обрабатывали в термореакторе при температуре 130°C в течение 60 минут при давлении 0,15-0,20 МПа. В качестве основы рецептуры экспериментального рациона использовали, рекомендуемый ФАО, коммерческий состав корма для сига и радужной форели, основанный на содержании 40% сырого протеина и 22% сырых липидов. В контрольном корме (КК), в качестве основного источника белка, использовали рыбную муку, тогда как в первом экспериментальном корме (ЭК5) 5% рыбной муки было заменено пептидной добавкой (первый эксперимент), а во втором экспериментальном корме (ЭК10) – 10% рыбной муки было заменено на 10% белково-минеральной добавки (второй эксперимент), полученных из шпротных отходов. В экспериментах использовали рыбную муку от ООО «Промышленные корма» (Калининград, Россия).

Внешний вид компонентов корма и процесс получения из них гранулированных комбикормов приведены на рисунке 1.

Химический состав рыбной муки, пептидной и белково-минеральной добавок, полученных из шпротных отходов, приведены в таблице 1.

Корма готовили путем тщательного смешивания всех сухих ингредиентов и рыбьего жира до достижения однородности смеси. Композицию многократно гранулировали холодным способом

**Таблица 1.** Химический состав добавок из шпротных отходов, использованных в экспериментах с комбикормами, при выращивании Европейского сига /  
**Table 1.** Chemical composition of additives from sprat waste used in experiments with compound feeds in the cultivation of European whitefish

Белковый источник	Содержание, %				
	Вода	Сырой протеин	Сырые липиды	Минеральные вещества	Сухие вещества
Рыбная мука	7,8	61,7	12,7	17,9	92,2
Пептидная добавка	6,7	82,7	2,0	8,6	93,3
Белково-минеральная добавка	3,9	54,5	18,1	24,0	96,1

**Таблица 2.** Состав контрольного и экспериментального комбикормов, % /  
**Table 2.** Composition of control and experimental compound feeds, %

Компонент корма	1 эксперимент		2 эксперимент	
	КК	ЭК5	КК	ЭК10
Рыбная мука	66,5	63,175	66,5	59,85
Пшеничная мука	20,0	19,0	20,0	18,0
Белково-минеральная добавка	0	5,0	0,0	10,0
Рыбий жир	9,5	9,025	9,5	8,55
КМЦ	2,0	2,0	2,0	1,8
Витаминно-минеральный премикс	1,0	1,0	1,0	0,9
Желатин	1,0	1,0	1,0	0,9

**Таблица 3.** Условия эксперимента по выращиванию мальков сига /  
**Table 3.** Experimental conditions for growing whitefish fry

№	Показатель, единицы измерения	Значение
1	Средняя начальная навеска рыбы, г	1
2	Начальная плотность посадки, шт.	600
3	Количество бассейнов, шт., из них:	6
4	Контроль, шт.	3
5	Эксперимент, шт.	3
6	Общая начальная биомасса, г	3600
7	Начальная биомасса (контроль), г	1800
8	Начальная биомасса (эксперимент), г	1800
9	Суточная доза корма, кг корма на 100 кг рыбы	3
10	Суточная доза (контроль), г	18
11	Суточная доза (эксперимент), г	18
12	Время проведения эксперимента, сутки	56
13	Необходимое количество корма (контроль), г	3024
14	Необходимое количество корма (эксперимент), г	3024

с помощью кормового гранулятора с насадкой 1,5 мм. Гранулы высушивали в сушильном шкафу в течение 12 час., а затем хранили при температуре 4°C в пластиковых контейнерах в течение всего эксперимента. Состав экспериментальных комбикормов представлен в таблице 2.

Оба эксперимента по кормлению мальков сига проводили в течение 56 суток в экспериментальной замкнутой системе аквакультуры на базе Атлантического филиала Российского федерального научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО) в п. Лесной Калининградской области.

Молодь сига выращивали на месте из икры, полученной от нереста диких производителей, выловленных в Куршском заливе. До эксперимента рыб кормили коммерческими кормами (Aller Aqua A/S, Кристиансфельд, Дания).

В обоих экспериментах 3000 мальков сига были случайным образом разделены на три группы – по 500 особей в шести прямоугольных аквариумах из стекловолокна емкостью 500 литров. В течение 56 суток рыб содержали при 24-часовом световом режиме, кормили вручную три раза в день, с нормой кормления 3% от общей биомассы. Параметры воды в системе измерялись ежедневно. Уровень растворенного кислорода был

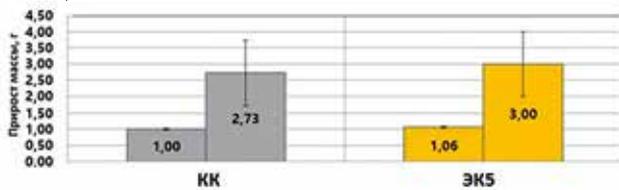
зарегистрирован на уровне  $7,5 \pm 1,0$  мг/л (Handy Polaris, OxyGuard International A/S, Биркерод, Дания), а средняя температура воды поддерживалась на уровне  $21,9 \pm 1,4$ °C. Концентрацию соединений азота определяли с помощью eXact® Eco-Check Photometer-Kit (Industrial Test Systems, Inc., Рок-Хилл, США), где значения составляли: нитрит (в виде NO<sub>2</sub>-)  $0,08 \pm 0,03$  мг/л и нитрат (и NO<sub>3</sub>-)  $6,6 \pm 1,8$  мг/л.

Условия биологических экспериментов приведены в таблице 3.

В ходе экспериментов определяли следующие рыболовные показатели, по которым делался вывод об эффективности применения шпротных добавок в составе комбикормов:

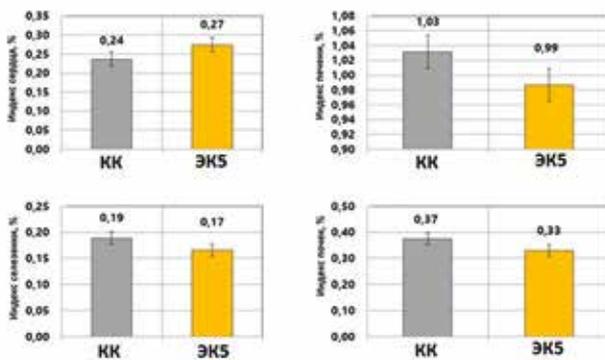
- конечная масса тела;
- средний абсолютный прирост;
- средний относительный прирост, %;
- гематологические показатели;
- химический состав мышечных тканей;
- морфофизиологические коэффициенты (индексы).

Все данные были статистически обработаны с помощью t-критерия Стьюдента с использованием программного обеспечения RStudio. Все значения представляют собой среднее  $\pm$  стандартное отклонение с  $n = 25$  из трех независимых групп.



**Рисунок 2.** Сравнительные показатели прироста массы молоди сига спустя 56 суток кормления

**Figure 2.** Comparative indicators of weight gain of whitefish juveniles after 56 days of feeding



**Рисунок 3.** Сравнительные морфобиологические показатели молоди сига спустя 56 суток кормления

**Figure 3.** Comparative morphobiological indicators of whitefish juveniles after 56 days of feeding

Статистическая значимость была принята при  $P < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе первых экспериментов по введению в корма 5% пептидной добавки на основе шпротных гидролизатов, взамен рыбной муки, были получены следующие фактические рыбопродуктивные показатели (табл. 4).

Из данных таблицы 4 можно сделать вывод, что включение пептидной добавки из гидролизата голов копченой кильки в экспериментальный рацион не оказало существенного влияния на

общие показатели роста молоди сига в течение 56 дней испытательного периода. Конечная масса тела, измеренная после кормления ЭК5, была лишь немного выше, чем у контрольной группы мальков, в результате чего конечные значения составили  $3,00 \pm 1,20$  г и  $2,73 \pm 1,53$  г, соответственно. Эти данные представляет собой прибавку в весе  $1,94 \pm 1,21$  г и удельную скорость роста  $1,86 \pm 0,27\%$ /сутки в экспериментальной группе (ЭК5) по сравнению с  $1,73 \pm 1,52$  г и  $1,79 \pm 0,10\%$ /день, соответственно, в контрольной группе (КК). Ни одна из этих дисперсий не является статистически значимой. Это означает, что имеет место эффективность ввода в состав стартовых комбикормов сиговых пептидных добавок в количестве 5% взамен эквивалентного количества рыбной муки.

На рисунках 2-4 и в таблице 5 представлены показатели роста, выживаемости и морфобиологические показатели молоди сига, выкормленного контрольным кормом (КК) и кормом с добавлением 5% пептидной добавки из голов копченой кильки (ЭК5).

Из рисунков 2-4 и таблицы 5 следует, что в процессе экспериментов не установлено существенной разницы между органо-сомными показателями молоди сига в контрольной и экспериментальной группах. Например, гепато-соматический индекс молоди в группе ЭК5 составил  $0,99 \pm 0,05\%$ , по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе  $1,03 \pm 0,07\%$ . При этом почечно-соматические показатели в опытной и контрольной группах составили  $0,33 \pm 0,02\%$  и  $0,37 \pm 0,04\%$ , соответственно. Значения соматических индексов сердца и соматических индексов селезенки в группах ЦД и ФПГ5 были практически одинаковыми. Это означает, что негативного влияния внесение пептидной добавки, в состав корма, не установлено.

Результаты использования 10% белково-минеральной добавки вместо рыбной муки в кормах для молоди Европейского сига, взамен эквивалентного количества рыбной муки, показали (табл. 6), что у рыб в экспериментальной группе наблюдается более высокая скорость роста ( $1,25 \pm 0,25$ ) и более низкие значения кормового коэффициента ( $1,61 \pm 0,10$ ). Причиной этого, вероятно, служит богатый аминокислотный состав

**Таблица 4.** Рыбоводные показатели сравнительного выращивания мальков сиговых с применением контрольных и экспериментальных комбикормов с пептидными добавками /

**Table 4.** Fish-breeding indicators of comparative rearing of whitefish fry using control and experimental compound feeds with peptide additives

No	Показатели роста мальков сига	Контрольная группа мальков (КК)		Экспериментальная группа мальков (ЭК5)		Прирост показателя
		Значение	Диапазон колебаний	Значение	Диапазон колебаний	
1	Исходная масса тела, г	1,00	$\pm 0,38$	1,06	$\pm 0,37$	9
2	Выживаемость мальков, %	81,33	$\pm 4,12$	88,67	$\pm 3,31$	8,3
3	Конечная масса тела, г	2,73	$\pm 1,53$	3,00	$\pm 1,20$	9,9
4	Прирост массы тела, %	1,73	$\pm 1,52$	1,94	$\pm 1,21$	12,1
5	Удельная скорость роста, г/см	1,79	$\pm 0,10$	1,86	$\pm 0,27$	3,9

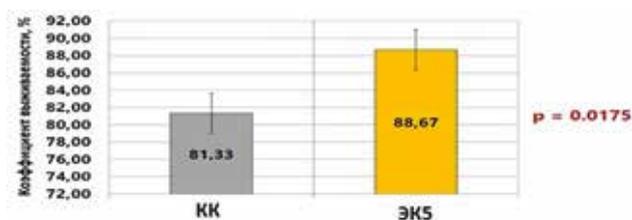
и высокое содержание протеина и белково-минеральных компонентов в добавке, что эффективно дополняет используемую рыбную муку и кормовой рацион.

Ранее проведенные исследования показали, что для некоторых видов рыб, на ранних стадиях их жизненного цикла, добавление в рацион 5-15% гидролизата рыбного белка может привести к улучшению их продуктивных показателей [20; 21]. Однако в данном исследовании включение продуктов гидролиза голов копченой кильки значительно повлияло только на выживаемость. Предположительно, это связано с положительной иммуномодуляцией и усиленным неспецифическим иммунным ответом, как это наблюдалось в исследованиях с добавками рыбных гидролизатов в корма для лососевых, и лучшим усвоением питательных веществ [22; 23]. Использование гидролизата рыбного белка может привести к улучшению нескольких аспектов здоровья рыб, благодаря положительному влиянию, предполагаемых биоактивных соединений, на их иммунную систему [24]. Несмотря на значительные различия в показателях выживаемости, значения фактора состояния в двух вариантах кормления мальков сиговых были сходными. Предварительные данные показывают, что этот аспект требует дальнейшего изучения.

Отсутствие существенных различий между средними значениями гепатосоматических показателей двух обработок может свидетельствовать об отсутствии какого-либо негативного влияния продуктов гидролиза копченых голов кильки на состояние печени молоди. Это заключение подтверждается опубликованными ранее выводами. В одном из таких исследований было указано, что средний печеночный индекс составляет 0,97% для молоди европейского сига, питающегося коммер-

ческими рыбными кормами [25]. В другом исследовании были получены значения 1,30%, что несколько выше наших данных [26]. В то же время значения гепато-соматического индекса у сигов, свидетельствующие о патологическом состоянии печени (как правило, из-за плохого качества корма), составляют около 2% и выше [26]. Кроме того, некоторые авторы заключают, что гепато-соматические показатели молоди сига, при выращивании в оборотных системах аквакультуры, где отсутствует негативное влияние некачественного корма, находятся в пределах 0,63-0,96% [27]. Полученные в экспериментах результаты лишь немного выходили за верхнюю границу этого диапазона.

Учитывая сходство показателей состояния, измеренных как для контрольной, так и для экспериментальной групп, а также взаимосвязь между относительной массой сердца и двигательной активностью рыб, отсутствие значимой дисперсии соматических показателей сердца между каждой группой не кажется нерегулярным и согласуется



**Рисунок 4.** Сравнительные значения коэффициентов выживаемости молоди сига спустя 56 суток кормления

**Figure 4.** Comparative values of survival coefficients of whitefish juveniles after 56 days of feeding

**Таблица 5.** Органо-соматические показатели молоди сига в первом эксперименте / **Table 5.** Organo-somatic indicators of whitefish juveniles in the first experiment

Показатели	КК	ЭК5	P-значение
Гепатосоматический индекс, %	1.03±0.07	0.99±0.05	0.538
Соматический индекс сердца, %	0.24±0.02	0.27±0.03	0.666
Соматический индекс селезенки, %	0.19±0.02	0.17±0.02	0.387
Почечно-соматический индекс, %	0.37±0.04	0.33±0.02	0.360

**Таблица 6.** Рыбоводные показатели сравнительного индустриального выращивания мальков сиговых с применением контрольных и экспериментальных комбикормов с белково-минеральными добавками / **Table 6.** Fish-breeding indicators of comparative industrial cultivation of whitefish fry using control and experimental compound feeds with protein and mineral additives

Показатели	КК	ЭК10
Начальная масса, г	3,47±1,12	3,49±1,12
Конечная масса, г	6,21±2,78	7,04±3,40
Прирост, г	2,74	3,55
Выживаемость, %	92,00±3,10	92,20±1,40
Кормовой коэффициент	2,15±0,5	1,61±0,2
Удельная скорость роста, %	1,03±0,10	1,25±0,25

с предыдущими данными, в которых отмечались значения индекса 0,24% для 3-граммовой молоди сига [25]. Однако соматический индекс селезенки в этом конкретном исследовании был 0,05% и ниже, чем в результатах нашего исследования, что обусловлено более высокими концентрациями растворенного кислорода в наших аквариумах. Масса селезенки является показателем, быстро реагирующим на усиление двигательной активности, нервное возбуждение и изменение концентрации кислорода в воде [28]. Потребление корма связано с доступностью кислорода. Ни значения потребления корма, ни коэффициент конверсии корма, отражающие эффективность усвоения питательных веществ, в данном исследовании не определялись, так как гранулы корма быстро растворялись в воде и определить количество несъеденных гранул было невозможно. В то же время потребление корма рыбами в этом исследовании можно считать высоким, основываясь на визуальных наблюдениях. Оба вида корма одинаково и активно принимались молодью.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Продукты гидролиза копченых голов кильки (водорастворимая низкомолекулярная пептидная добавка и белково-минеральная добавка) являются высокопитательными ингредиентами для мальков Европейского сига. Эти добавки имеют перспективный потенциал, в качестве кормовых компонентов, для включения в состав комбикормов этого вида. Введение 5% пептидной добавки с содержанием сырого протеина 82,7% в корма для молоди сига вместо данного количества рыбной муки привело к повышению показателя выживаемости. Использование 10% белково-минеральной добавки в кормах для молоди европейского сига с содержанием белка 54,5% и минеральных веществ 24,0% привело к повышению скорости роста и более низким значениям кормового коэффициента. В обоих экспериментах не было выявлено негативного влияния на рост и морфофизиологию исследованных рыб. Для получения более достоверных результатов требуется дальнейшее изучение альтернативных уровней включения данных добавок (15% и выше), полученных из шпротных отходов, в комбикорма для Европейского сига и других видов аквакультуры.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. FAO (Food and Agricultural Organisation): The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in Action. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. ISBN:978-92-5-132692-3, 2020. – 224 p.
2. Орипова А.А. Устойчивая аквакультура в Балтийском регионе России: экотоксикологические вопросы воспроизводства популяций дикого лосося и сига / А.А. Орипова, О.И. Сергиенко, Н.В. Динкелакер, Е.А. Овсук и другие // Международная научная конференция. Серия: Науки о земле и окружающей среде. – 2020. – С. 459.
3. Litvinenko A. Sustainable aquaculture in the Baltic region of Russia: ecotoxicological issues of reproduction of wild salmon and whitefish populations / A.A. Oripova, O.I. Sergienko, N.V. Dinkelaker, E.A. Ovsuk and others // International Scientific Conference. Series: Earth and Environmental Sciences. – 2020. – p. 459.
3. Литвиненко А. Современная аквакультура сига в бассейне реки Обь в Сибири, Россия» / А. Литвиненко, С. Семенченко, Н. Смешливая, П. Соржелос // Мировая аквакультура – 2016. – Т. 1. – Секция 47. – С. 20-23.
3. Litvinenko A. Modern whitefish aquaculture in the Ob River basin in Siberia, Russia" / A. Litvinenko, S. Semenchenko, N. Smeshlivaya, P. Sorgelos // World Aqua Culture - 2016. – Vol. 1. – Section 47. – Pp. 20-23.
4. Корниенко О.В. Аквакультура в России: состояние и проблемы развития. / О.В. Корниенко, М.Д. Покорменюк // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2017. – Том 6. – С.202-205.
4. Kornienko O.V. Aquaculture in Russia: the state and problems of development. / O.V. Kornienko, M.D. Pokormenyuk // Azimut of scientific research: economics and management. – 2017. – Volume 6. – Pp.202-205.
5. Paisley G., Ariel E., Lyngstad T., Jonsson G., Vennerstrom A., Hellstrom A. and Ostergaard P. An overview of aquaculture in the Nordic countries. / J World Aquac Soc. – 2010. – Vol. 41. – No. 1. – Pp. 1-17.
6. Bochert R., Horn T. and Luft P. Maraena whitefish (*Coregonus maraena*) larvae reveal enhanced growth during first feeding with live *Artemia* nauplii / Arch Polish Fish – 2017. – Vol. 25. – Pp. 3-10.
7. Мезенова О.Я. Проектирование сбалансированных кормов для промышленной аквакультуры с применением протеиновых гидролизатов побочного рыбного сырья /О.Я. Мезенова, Д.С.Пьянов, В.В.Агафонова, Н.Ю.Мезенова, В.В.Волков. // Рыбное хозяйство. – 2021. – С.81-88.
7. Mezenova O.Ya. Design of balanced feeds for industrial aquaculture using protein hydrolysates of fish by-products /O.Ya. Mezenova, D.S.Pyanov, V.V.Agafonova, N.Yu.Mezenova, V.V.Volkov. // Fisheries. – 2021. – Pp.81-88.
8. Щербина М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин. – М: Издательство ВНИРО, 2006. – 360 с.
8. Shcherbina M.A. Fish feeding in freshwater aquaculture / M.A. Shcherbina, E.A. Gamygin. – Moscow: VNIRO Publishing House, 2006. – 360 p.
9. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. Изд-е 2-е, испр. и доп. – СПб.: ГосНИОРХ, 2012. – 564 с.
9. Ostroumova I.N. Biological bases of fish feeding. 2nd edition, ispr. and add. – St. Petersburg: GosNIORH, 2012. – 564 p.
10. Анализ состояния экономики и перспектив применения биотехнологии в рыбной отрасли Калининградской области (ВАК) /О.Я.Мезенова, М.П. Андреев, В.И.Саускан, С.В.Агафонова и другие // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 5. – С. 38-50. DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-38-50
10. Analysis of the state of the economy and prospects for the use of biotechnology in the fishing industry of the Kaliningrad region (VAK) /O.Ya.Mezenova, M.P. Andreev, V.I.Sauskan, S.V.Agafonova and others // Fisheries. – 2020. – No. 5. – pp. 38-50. DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-38-50
11. Остроумова И.Н. Включение в стартовые корма для сиговых рыб (*Coregonidae*) бактериальной биомассы и белковых гидролизатов / И.Н. Остроумова, В.В. Костюничев, А.А. Лютиков, В.А. Богданова, А.К. Шумилина, Т.П. Данилова, А.В. Козьмина, Т.А. Филатова // Вопросы рыболовства. – 2018. – Том 19 (№1). – С. 82–98.
11. Ostroumova I.N. Inclusion of bacterial biomass and protein hydrolysates in starter feeds for whitefish (*Coregonidae*) / I.N. Ostroumova, V.V. Kostyanichev, A.A. Lyutikov, V.A. Bogdanova, A.K.

- Shumilina, T.P. Danilova, A.V. Kozmina, T.A. Filatova // *Fishing issues*. - 2018. – Volume 19 (No. 1). – Pp. 82-98.
- 12 Мезенова О.Я. Обоснование рациональных параметров комплексной переработки вторичного сырья шпротного производства методом высокотемпературного гидролиза / О.Я. Мезенова, Л.С. Байдалинова, Н.Ю. Мезенова, С.В. Агафонова, Е.А. Казиминова, В.И. Шендерюк // *Известия ТИНРО* – 2020. – Том 200. – С. 210-220.
- 12 Mezenova O.Ya. Substantiation of rational parameters of complex processing of secondary raw materials of sprat production by the method of high-temperature hydrolysis / O.Ya. Mezenova, L.S. Baidalinova, N.Yu. Mezenova, S.V. Agafonova, E.A. Kazimirova, V.I. Shenderyuk // *Izvestiya TINRO* – 2020. – Volume 200. – Pp. 210-220.
- 13 Мезенова О.Я. Исследование и рациональное применение пептидных и липидных композиций, получаемых при гидролизной переработке коллагенсодержащих тканей / О.Я. Мезенова, Д. Тишлер, С.В. Агафонова, Н.Ю. Мезенова, В.В. Волков, Д.А. Бараненко, Т. Гримм, С. Ридель // *Вестник Международной академии холода*. – 2021. - № 1. – С. 46-58.
- 13 Mezenova O.Ya. Research and rational use of peptide and lipid compositions obtained during hydrolysis processing of collagen-containing tissues / O.Ya. Mezenova, D. Tishler, S.V. Agafonova, N.Yu. Mezenova, V.V. Volkov, D.A. Baranenko, T. Grimm, S. Riedel // *Bulletin of the International Academy of Cold*. – 2021. - No. 1. – Pp. 46-58.
14. Мезенова О.Я. Сравнительная оценка способов гидролиза коллагенсодержащего рыбного сырья при получении пептидов и исследование их аминокислотной сбалансированности / О.Я. Мезенова, В.В. Волков, Т. Мерзель, Т. Гримм, С. Кюн, А. Хелинг, Н.Ю. Мезенова // *Известия вузов. Прикладная химия биотехнология*. – 2018. – Том 8. – №4. – С. 83-94.
14. Mezenova O.Ya. Comparative evaluation of the methods of hydrolysis of collagen-containing fish raw materials in the production of peptides and the study of their amino acid balance / O.Ya. Mezenova, V.V. Volkov, T. Merzel, T. Grimm, S. Kuhn, A. Heling, N.Yu. Mezenova // *News of universities. Applied chemistry biotechnology*. - 2018. – Volume 8. – No. 4. – Pp. 83-94.
15. Гришин Д.В. Биоактивные белки и пептиды: современное состояние и новые тенденции практического применения в пищевой промышленности и кормопроизводстве / Д.В. Гришин, О.В. Подобед, Ю.А. Гладилина, М.В. Покровская, С.С. Александрова и др. // *Вопросы питания*. – 2017. – Том 86. – №3. – С. 20-31.
15. Grishin D.V. Bioactive proteins and peptides: the current state and new trends of practical application in the food industry and feed production / D.V. Grishin, O.V. Podobed, Yu.A. Gladilina, M.V. Pokrovskaya, S.S. Alexandrova, etc. // *Nutrition issues*. – 2017. – Volume 86. – No. 3. – Pp. 20-31.
16. Bioactivities of fish protein hydrolysates from defatted salmon backbones / R. Slizyte, K. Rommi, R. Mozuraityte, P. Eck, K. Five, T. Rustad // *Biotechnology Reports*. – 2016. –V. 11. – Pp. 99-109.
17. Tang T., Wu Z., Zhao and Pan X. Effect of fish protein hydrolysate on growth performance and humoral immune response in large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea* R.) *J Zhejiang Univ Sci*, 2008. – Vol. 9. – No. 9. – Pp. 684-690.
18. Патент РФ на изобретение 2681352. Способ получения пищевых добавок из вторичного рыбного сырья с применением гидролиза, зарег. в гос.реестре изобретений РФ 6.03.2019, решение о выдаче 11.01.2019, приоритет от 31.01.2018./ О.Я.Мезенова, Агафонова С.В., Байдалинова Л.С., Городниченко Л.В., Волков В.В., Мезенова Н.Ю., Т.Гримм, А.Хелинг.
18. RF Patent for invention 2681352. A method for obtaining food additives from secondary fish raw materials using hydrolysis, reg. in the State Register of Inventions of the Russian Federation 6.03.2019, the decision to issue 11.01.2019, priority of 31.01.2018. / O.Ya. Mezenova, Agafonova S.V., Baydalina L.S., Gorodnichenko L.V., Volkov V.V., Mezenova N.Yu., T.Grimm, A.Heling.
19. Патент РФ № 2727904 Способ получения пищевых добавок из вторичного копченого рыбного сырья с применением термического гидролиза. Госрегистрация 24.06.2020. / О.Я.Мезенова, В.В.Волков, Л.С.Байдалинова, С.В.Агафонова, Н.Ю. Мезенова, Л.В.Городниченко, Н.С.Калинина, Т.Гримм, А.Хелинг
19. RF Patent No. 2727904 Method of obtaining food additives from secondary dried fish raw materials using thermal hydrolysis. State registration 24.06.2020. / O.Ya.Mezenova, V.V.Volkov, L.S.Baidalinova, S.V.Agafonova, N.Yu. Mezenova, L.V.Gorodnichenko, N.S.Kalinina, T.Grimm, A.Heling
20. Da Silva T.C., Rocha J.D.M., Moreira P., Signor A. and Boscolo W.R. Fish protein hydrolysate in diets for Nile tilapia post-larvae / *Pesq agropec bras*, 2017. – Vol. 52. – No. 7. – Pp. 485-492.
21. Tang H., Wu T., Zhao Z. and Pan X. Effect of fish protein hydrolysate on growth performance and humoral immune response in large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea* R.) / *J Zhejiang Univ Sci B*, 2008 – Vol. 9. – No. 9. – Pp. 684-690.
22. Aksnes A., Hope B., Jönsson E., Björnsson B. T. and Albrektsen S. Size-fractionated fish hydrolysate as feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed high plant protein diets. I: Growth, growth regulation and feed utilization – *Aquaculture*, 2006. – Vol. 261. – Pp. 305–317.
23. Egerton S., Wan A., Murphy K., Collins F., Ahern G., Sugrue I., Busca K., Egan F., Muller N., Whooley J., McGinnity P., Culloty S., Ross R. P. and Stanton C. Replacing fishmeal with plant protein in Atlantic salmon (*Salmo salar*) diets by supplementation with fish protein hydrolysate – *Sci Rep.*, 2020. – No. 10. – P. 4194.
24. A. L. Murray, R. J. Pascho, S. W. Alcorn, W. T. Fairgrieve, K. D. Shearer and D. Roley, “Effects of various feed supplements containing fish protein hydrolysate or fish processing by-products on the innate immune functions of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*),” *Aquaculture* – 2003. – vol. 220, Pp. 643-653.
25. Шахова Е.В. Морфо-физиологические особенности мальков европейского сига (*Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758)), выпущенных в Куршский залив Балтийского моря в 2015 г. / *Bull Fish Sci*. – 2016. – Том 3. – № 4. – С. 28-35.
25. Shakhova E.V. Morpho-physiological features of European whitefish fry (*Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758)) released into the Curonian Bay of the Baltic Sea in 2015 / *Bull Fish of Sciences*. – 2016. – Volume 3. – No. 4. – pp. 28-35.
26. Костюничев В.В., Шумилина А.К. Рекомендации по выращиванию крупной молодежи сигов для решения проблемы их воспроизводства и сохранения генофонда в основных рыбохозяйственных водоемах Северо-Запада Российской Федерации // Сборник методических рекомендаций по промышленное выращивание сига в целях воспроизводства и товарной аквакультуры. Под редакцией А.К. Шумилиной – Санкт-Петербург: ГосНИОРХ, 2012. – С. 276-288.
26. Kostyunichev V.V., Shumilina A.K. Recommendations on growing large whitefish juveniles to solve the problem of their reproduction and preservation of the gene pool in the main fishery reservoirs of the North-West of the Russian Federation // *Collection of methodological recommendations on industrial whitefish cultivation for reproduction and commercial aquaculture*. Edited by A.K. Shumilina – St. Petersburg: GosNIORH, 2012. – Pp. 276-288.
27. Роговцов С.В. Технологические параметры рыборазведения при выращивании сига в замкнутых системах аквакультуры / С.В. Роговцов, Н.В. Барулин, В.Г. Костусов // *Аним Агр и Вет Мед*. – 2018. – №29. – С.18-26.
27. Rogovtsov S.V. Technological parameters of fish breeding during whitefish cultivation in closed aquaculture systems / S.V. Rogovtsov, N.V. Barulin, V.G. Kostousov // *Anim Agr and Vet Med*. – 2018. – No.29. – Pp.18-26.
28. Lai J. C., Kakuta I., Mok H., Rummer J. L. and Randall D. Effects of moderate and substantial hypoxia on erythropoietin levels in rainbow trout kidney and spleen / *J Exp Biol*, 2006. – Vol. 209. – Pp.2734-2738.

## Особенности раскрытия ростовой и адаптогенной потенции у двух- и трехлеток растительноядных рыб в условиях Калининградской области

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-62-72

Кандидат биологических наук, доцент **Т.М. Курапова**;  
Кандидат биологических наук, доцент **Л.В. Савина**;

**Д.Г. Лопухин** – специалист по учебно-методической работе – Институт рыбоводства и аквакультуры, кафедра водных биоресурсов и аквакультуры, ВО «Калининградский государственный технический университет»

@ tatyana.kurapova@klgtu.ru;  
liana.savina@klgtu.ru;  
dmitrij.lopuhkin@klgtu.ru

**Ключевые слова:**  
вегетационный сезон, двухлетки, трехлетки, адаптогенная потенция, ростовая потенция, скорость массонакопления, экологический коэффициент роста

**Keywords:**  
growing season, two-year-old, three-year-old, adaptogenic potency, growth potency, mass accumulation rate, ecological growth factor

### FEATURES OF GROWTH AND ADAPTOGENIC POTENCY DISCLOSURE FOR TWO- AND THREE-YEAR-OLD HERBIVOROUS FISH IN CONDITIONS OF THE KALININGRAD REGION

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor **T.M. Kurapova**;  
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor **L.V. Savina**;  
**D.G. Lopukhin** – specialist in educational and methodological work – Institute of Fish Farming and Aquaculture, Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kaliningrad State Technical University

This article reviews the experiment of growing two-year old three-year old carp, grass carp, silver and bighead carp in experimental ponds of EEF KSTU from May to October 2021 in order to determine their growth and adaptogenic potency. According to the results of the evaluation of growth potential disclosure of herbivorous fish, we observed similar dynamics of the rate of mass accumulation at two and three years of age. Maximum values were observed in summer (July-August) and minimum values in autumn (September-October). Close resolution of growth potency was observed for three-year-old silver and bighead carp. According to the results of the assessment of the disclosure of adaptogenic potency, the highest value of the ecological coefficient was observed for bigheaded carp (70% of the influence on growth from ecological factors). In other groups of two-year-olds, the disclosure of this factor was at an average level (39-56 %), and in three-year-olds it was at a low level (33 %). The survival rate of the study groups did not exceed 80-92%. According to the results of the study, the disclosure of growth and adaptogenic potency for two-year old three-year-old fish in ponds of EEF in 2021 was disclosed at the average level of values, the growing season corresponded to IV fish farming zone.

## ВВЕДЕНИЕ

Калининградская область, если ориентироваться на принятую классификацию прудовых хозяйств по отношению к параметрам рыбоводных зон, в северной части (Славский район) относится к I зоне прудового рыбоводства, вся остальная территория – ко II зоне. Соответственно этому применима нормативная база, в которой только для белого амура, как биологического мелиоратора, в некоторых изданиях отводится отдельное место [1; 2]. Толстолобики представлены только с III зоны гибридной формой.

Однако произошедшие в последние 30 лет изменения в климате, в том числе в Калининградском регионе, и связанное с этим потепление, отразившееся на динамике и величине температуры воды, реализовалось в увеличении количества дней вегетационного сезона с температурой воды выше 15°C [3].

Поэтому Литва, территория которой, согласно упомянутой классификации, относится ко II рыбоводной зоне, во втором десятилетии XXI века перешла на нормативную базу биотехнических процессов III зоны рыбоводства. За последние годы, находящиеся в III зоне прудового рыбоводства Белоруссии, толстолобики и белый амур в двухлетнем возрасте достигали массы 400-600 г [4]. По нашим наблюдениям, на учебно-опытном хозяйстве (УОХ) КГТУ в последние 30 лет температурный режим прудов в 50% соответствовал III зоне рыбоводства, в 40% – IV и 10% – V.

В связи с этим, предваряя проведение мероприятий по введению растительноядных рыб в рыбохозяйственный оборот на территории Калининградской области, научный и практический интерес представляет опыт выращивания в экспериментальных прудах УОХ КГТУ двухлеток и трехлеток растительноядных рыб. Цель данной работы – оценка раскрытия ростовой и адаптогенной потенции у двухлеток и трехлеток растительноядных рыб в условиях Калининградской области на примере УОХ КГТУ.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2021 г. с мая по октябрь в прудах УОХ КГТУ, в которых выращивали, в поликультуре с карпом, белого и пестрого толстолобиков, белого амура. В исследованиях были использованы рыбы в возрасте годовиков-двухлеток и двухгодовиков-трехлеток.

Уровень раскрытия ростовой потенции оценивали по величине общепродукционного коэффициента скорости массонакопления [2; 3; 5]:

$$K_m = (\sqrt[3]{M_k} - \sqrt[3]{M_n}) \times 3 / T \quad (1)$$

где  $K_m$  – коэффициент скорости массонакопления

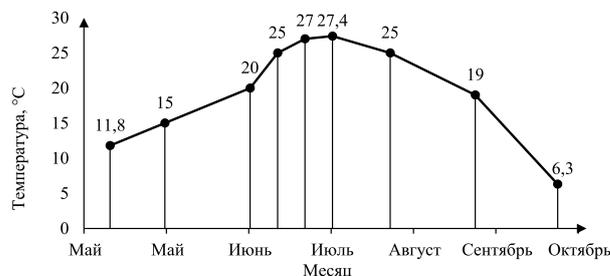
В данной статье рассматривается опыт выращивания двухлеток и трехлеток карпа, белого амура, белого и пестрого толстолобика в экспериментальных прудах учебно-опытного хозяйства (УОХ) КГТУ с мая по октябрь 2021 г., с целью оценки раскрытия у них ростовой и адаптогенной потенции. По результатам оценки раскрытия ростовой потенции у растительноядных рыб, наблюдалась сходная динамика коэффициента скорости массонакопления в двухлетнем и трехлетнем возрасте. Максимальные значения наблюдались летом (июль-август), минимальные – осенью (сентябрь-октябрь). Близкое разрешение ростовой потенции наблюдалось у трехлеток белого и пестрого толстолобика. По результатам оценки раскрытия адаптогенной потенции, наибольшая величина экологического коэффициента наблюдалась у пестрого толстолобика (70% влияния роста от экологических факторов). У остальных групп двухлеток раскрытие этого фактора было на среднем уровне (39-56%), а у трехлеток – на низком уровне (33%). Показатель выживаемости у исследуемых групп не превышал 80-92%. По результатам исследования, раскрытие ростовой и адаптогенной потенции у двухлеток и трехлеток рыб в прудах УОХ в 2021 г. было раскрыто на среднем уровне значений, вегетационный сезон соответствовал IV зоне рыбоводства.

$M_n$  и  $M_k$  – масса начальная и конечная, г  
 $T$  – период выращивания, сут.

Кроме этого оценивали уровень влияния экологических факторов ( $Kэ$ ) на скорость массонакопления рыб, основываясь базовой формулой:

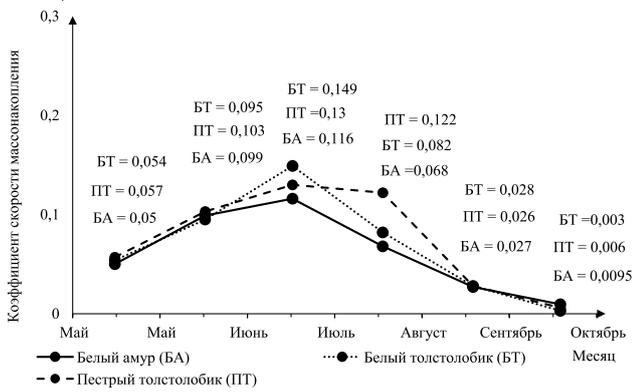
$$K_m = K_r \times K_э \quad (2)$$

где  $K_m$  – коэффициент скорости массонакопления



**Рисунок 1.** Динамика температуры воды в прудах УОХ КГТУ

**Figure 1.** Dynamics of water temperature in the ponds of UOH KSTU



**Рисунок 2.** Изменение скорости массонакопления у годовиков-двухлеток растительноядных рыб

**Figure 2.** Change in the rate of mass accumulation in yearlings-two-year-olds of herbivorous fish

$K_r$  – генетический коэффициент роста ( $K_r$  белого амура = 0,220,  $K_r$  белого толстолобика = 0,214,  $K_r$  пестрого толстолобика = 0,195)

$K_3$  – экологический коэффициент роста

Результаты ежедневного измерения температуры воды представлены на рисунке 1.

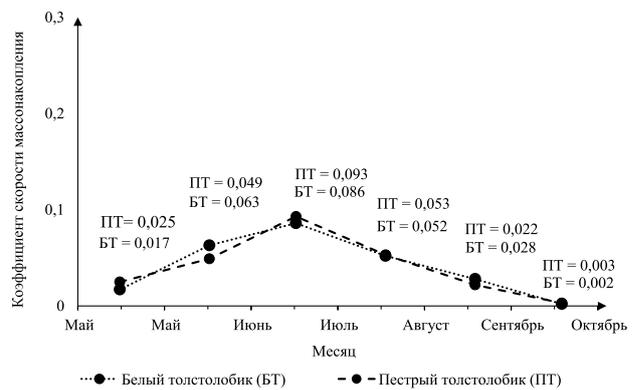
Содержание кислорода в воде прудов в ранние утренние часы не опускалось ниже 4,8 мг/л в июле и повысилось до 8-8,2 мг/л в апреле и октябре. Величина водородного показателя (рН) изменялась от 7,2 в апреле до 9,0 в июне, снизившись до 8,2 в октябре. Контрольные обловы проводили ежемесячно. Выживаемость определяли по разности посаженных и выловленных рыб, выраженную в процентах.

**ОБСУЖДЕНИЕ**

На рисунке 1 показано изменение температуры воды в прудах УОХ КГТУ в течение вегетационного сезона. Максимальная среднедекадная температура воды была в июле

(27,4°C). Количество дней с температурой выше 20°C составило 64, а количество дней с температурой более 15°C – 117, что позволяет признать условия 2021 г. соответствующими IV зоне прудового рыбоводства. Таким образом, можно сказать, что условия вегетационного сезона были благоприятными для раскрытия ростовой потенции у растительноядных рыб.

Результаты расчета величины коэффициента скорости массонакопления представлены на рисунке 2. Из них следует, что сходной была динамика скорости массонакопления у трех видов растительноядных рыб. Отличия были в величине показателя. Так, у годовиков и двухлеток белого толстолобика максимальная величина коэффициента была в июле (0,149), минимальная – в сентябре-октябре (0,003-0,028). У пестрого толстолобика максимальная величина коэффициента (0,026-0,122) была в июле-августе, минимальная – в сентябре-октябре (0,006-0,026). У двухлетков белого амура максимальная величина коэффициента была в июле (0,116),



**Рисунок 3.** Изменение скорости массонакопления у двухгодовиков-трехлеток растительноядных рыб

**Figure 3.** Change in the rate of mass accumulation in two- and three-year-old herbivorous fish

**Таблица.** Оценка влияния экологических факторов на скорость массонакопления растительноядных рыб / **Table.** Assessment of the influence of environmental factors on the rate of mass accumulation of herbivorous fish

Объект	Масса начальная, г	Масса конечная, г	Выживаемость, %	Коэффициент скорости массонакопления	Генетический коэффициент	Экологический коэффициент
Белый толстолобик (1+)	12,0±1,53	191,0±10,3	63-85	0,84-0,12	0,214	0,39-0,56
	-	-				
Пестрый толстолобик (1+)	16,5±2,55	375,0±20,7	80-92	0,113-0,118	0,195	0,58-0,71
	12,8±1,72 - 20,0±2,93	337,5±18,3 - 366,0±12,3				
Белый амур (1+)	14,7±1,75	242,0±12,6	72-80	0,09-0,101	0,220	0,41-0,46
	-	-				
Белый толстолобик (2+)	20,0±2,90	262,5±16,3	90	0,065	0,214	0,35,3
Пестрый толстолобик (2+)	148,5±12,3	482±70,5	92	0,064	0,195	0,32,8

минимальная – в сентябре-октябре (0,0095-0,027). Обращает внимание то, что более продолжительный период максимального раскрытия ростовой потенции был у пестрого толстолобика, что можно связать с более продолжительным периодом обеспеченности пищей (зоопланктоном). Вероятно, решающее влияние на эффективность усвоения пищи, проектируемых на пластический обмен, было связано с «работой» комплекса пищеварительных ферментов в оптимальном для них диапазоне, который индивидуален для каждого вида рыб [6; 7].

Необходимо также учитывать, применяя анализ к данным по белому амуру, что ресурсы естественной пищи для него ограничены биомассой камыша и рогоза, который полосой до 0,5-0,8 м произрастает по периметру береговой линии прудов. Поэтому, с одной стороны, возможен дефицит естественной пищи в определенный период вегетационного сезона, с другой – вероятно конкуренция за питание комбикормом с карпом.

Столь же сходная динамика в скорости массонакопления показана у двухгодовиков и трехлеток белого и пестрого толстолобика (рис. 3). Отличия – в величине показателя в отдельные периоды вегетационного сезона. Так, наибольшая скорость массонакопления у обоих видов была в июне-августе с максимумом в июле, когда у белого толстолобика величина  $K_m$  была 0,086, у пестрого толстолобика 0,093. Эти данные подтверждают близкое разрешение ростовой потенции у обоих видов.

Опираясь на данные о величине генетического коэффициента роста, можно установить долю влияния экологических факторов. При этом мы учитывали установленное нами влияние экологических факторов и скорость массонакопления:  $K_3 = 0,7-0,9$ , соответствующей высокой скорости массонакопления, 0,4-0,6 – средней, ниже 0,4 – низкой [2].

По расчетным данным (табл.), наибольшая величина экологического коэффициента роста ( $K_3$ ) оказалась у двухлеток пестрого толстолобика, в большинстве прудов превышая 0,7, что следует рассматривать с позиции доли влияния экологических условий на 70% и более. На втором месте, по реализации экологических условий, на уровне средних значений были двухлетки белого толстолобика (0,39-0,56). Близкие к ним, по уровню влияния экологических условий, по скорости массонакопления были двухлетки белого амура ( $K_3 = 0,41-0,46$ ). В меньшей степени просматривается степень влияния экологических условий (около 33%) на скорость массонакопления у трехлеток белого и пестрого толстолобиков.

Выживаемость двух и трехлетков не превышала 80-92%, что следует рассматривать с позиции более сложной адаптации растительноядных рыб к прудовым условиям в номинальной II зоне прудового рыбоводства, чем

в IV-VI, в которых биотехнические показатели, в том числе выживаемость, нормируется. В то же время вероятно влияние на выживаемость морских чаек и бакланов, ввиду близости р. Преголя Калининградского залива.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, следует признать, что в условиях прудов УОХ КГТУ растительноядные рыбы в возрасте двухлеток и трехлеток раскрывают ростовую потенцию преимущественно на среднем уровне, когда продолжительность вегетационного сезона с температурой воды выше 18°C соответствует IV зоне прудового рыбоводства, а доля периода с температурой воды выше 20°C превышает 60 суток. Адаптогенная потенция растительноядных рыб также раскрывается на уровне средних значений, а на величину выживаемости реально влияние рыбоводных птиц.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Гриневский Э.В. Проектирование рыбоводных предприятий. / Э.В. Гриневский, Б.А. Каспин, А.М. Керштейн, З.М. Киппер, А.Д. Луньков. – М.: Агрпромиздат, 1990. – 223 с.
1. Grinevsky E.V. Designing fish-breeding enterprises. / E.V. Grinevsky, B.A. Kaspin, A.M. Kerstein, Z.M. Kipper, A.D. Lunikov. - M.: Agropromizdat, 1990. – 223 p.
2. Хрусталева Е.И. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры. / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренок, К.А. Молчанова – СПб.: Лань, 2021. – 416 с.
2. Khrustaleva E.I. Modern problems and prospects of aquaculture development. / E.I. Khrustaleva, T.M. Kurapova, O.E. Goncharenok, K.A. Molchanova – St. Petersburg: Lan, 2021. – 416 p.
3. Хрусталева Е.И. Биологические основы пастбищной индустриальной аквакультуры в Калининградской области: дис... д-ра биол. наук. – Калининград, 2021. – 533 с.
3. Khrustaleva E.I. Biological foundations of pasture industrial aquaculture in the Kaliningrad region: dis... Doctor of Biological Sciences. – Kaliningrad, 2021. – 533 p.
4. Курапова Т.М. Результаты выращивания сеголетков карпа в прудовых хозяйствах Белоруссии с использованием интенсивных технологий / Т.М. Курапова, В.Ю. Канаш, Е.А. Куликовский, О.А. Марынюк // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2017. – № 11 (142). – С. 30-35.
4. Kurapova T.M. Results of growing carp fingerlings in pond farms of Belarus using intensive technologies / T.M. Kurapova, V.Yu. Kanash, E.A. Kulikovskiy, O.A. Marynyuk // Fish farming and fisheries. – 2017. – № 11 (142). – Pp. 30-35.
5. Купинский С.Б. Продукционные возможности рыбохозяйственных водоемов и объектов рыбоводства. СПб: Лань, 2019. – 232 с.
5. Kupinsky S.B. Production the possibilities of fishery reservoirs and fish farming facilities. St. Petersburg: Lan, 2019. – 232 p.
6. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. 2-е изд., испр. и доп. СПб: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2012. – 563 с.
6. Ostroumova I.N. Biological bases of fish feeding. 2nd ed., ispr. and add. St. Petersburg: FGBNU "GosNIORH", 2012. – 563 p.
7. Сорвачев К.Ф. Основы биохимии питания рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 247 с.
7. Sorvachev K.F. Fundamentals of biochemistry of fish nutrition. M.: Light and food industry, 1982– 247 p.

# Один из эффективных способов определения коэффициентов уловистости мальковых неводов

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-66-72

Кандидат биологических наук **А.К. Матковский** – заведующий лабораторией рыбохозяйственной экологии, Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»)

@ Matkovskiy@gosrc.ru

## Ключевые слова:

молодь сиговых, невода, коэффициенты уловистости, факторы, определяющие уловистость, поведение, эмиграция, естественная смертность

## Keywords:

whitefish juveniles, seine, catchability coefficients, factors determining catchability, behavior, emigration, natural mortality

## ONE OF THE EFFECTIVE WAYS TO DETERMINE THE CATCHABILITY COEFFICIENTS OF FRY SEINES

Candidate of Biological Sciences **A.K. Matkovsky** – Head of the Laboratory of Fisheries Ecology, Tyumen Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution (Gosrybtsentr)

One of the methods of conducting experimental work to determine the coefficient of catchability of juvenile seines in relation to different-sized whitefish juveniles is considered. The method is based on fencing off part of the water area with a business curtain. The positive aspects of the method are associated with the exclusion of the influence of emigration, immigration and natural mortality of fish, as well as with the possibility of using several methods for calculating the catch coefficient (accumulated catch, catch per effort, Leslie). The comparability of the results obtained by different methods is noted, improvement of calculations by the Leslie method taking into account natural mortality is proposed. The relatively high sensitivity of the Leslie method to the degree of overgrowth of the experimental site was revealed. In general, the catch coefficient decreases with the growth of juveniles, a decrease in the size of the fishing gear and an increase in the presence of macrophytes. It has been established that whitefish juveniles prefer to stay clean of aquatic vegetation with growth.

## ВВЕДЕНИЕ

Коэффициенты уловистости орудий лова служат важным показателем для расчета численности рыб [1; 2; 3]. Тем не менее, точность определения коэффициентов остается низкой и зависит от многих условий [4], поэтому в сырьевых исследованиях необходимо применение современных инструментальных подходов [5]. Для бонитировочных работ по учету количества выращенной рыболовной молоди рыб эти коэффициенты остаются востребованными [6], хотя и здесь существуют те же проблемы для их установления, которые, главным образом, связаны с погрешностями в определении численности рыб в зоне облова. Поэтому, при постановке эксперимента важно минимизировать влияние таких факторов как естественная смертность, эмиграция и иммиграция рыб, что может быть достигнуто проведением контрольного лова в отгороженном водном пространстве. Кроме того, особое значение имеет выяснение уловистости орудия лова, в зависимости от различных условий.

**Цель исследования** – апробация отгораживания части водного пространства водоема для определения коэффициентов уловистости мальковых неводов.

В задачи входило апробирование различных методов для расчета численности рыб в зоне облова, а также – анализ коэффициентов уловистости, в зависимости от размерного состава молоди и иных факторов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в Октябрьском районе Ханты-Мансийского автономного округа на оз. Айтор, которое ежегодно зарыбляется личинкой си-

говых рыб. Озеро находится в пойме Оби и поэтому его площадь и глубины зависят от уровня паводковых вод. Максимальная площадь озера составляет порядка 50 км<sup>2</sup>.

Экспериментальные работы велись в летние периоды 7 июля 2020 г. и 22 июня 2021 г. с применением 25 и 50-метровых равнокрылых озерных неводов (табл. 1). На период экспериментальных работ подращивание молоди уже было завершено, и молодь свободно выходила из озера в речную систему. Лов рыбы осуществлялся, в предварительно отгороженной делявой завеской, акватории. Отгораживаемая акватория в среднем на 10 % превышала площадь облова невода, которая для 25-метрового невода составляла 227 м<sup>2</sup>, а для 50-метрового – 875 м<sup>2</sup>. Плотность рыб в зоне облова определялась как отношение численности рыб к общей площади отгороженной акватории.

В ходе экспериментов устанавливались коэффициенты уловистости неводов для молоди сиговых рыб (пелядь, сиг-пыжьян, чир). Более 70% объема зарыбления приходилось на пелядь. Облов опытных участков (станций) проводился путем последовательных, приблизительно через равные интервалы времени, притонений. Лов рыбы прекращали лишь в том случае, когда в двух смежных притонениях молодь отсутствовала. В среднем на каждой станции выполнялось 8-10 притонений. В 2020 г. сбор материала велся на 17 станциях, а в 2021 г. – на 13. В 2020 г. масса молоди в уловах варьировала в пределах 1,40-2,95 г, в среднем составляла 2,28 г, а в 2021 г., в связи с более ранним спадом воды на пойме, – 0,16-1,42 г и 0,62 г, соответственно.

При проведении экспериментальных работ учитывалась степень зарастаемости тоневого участка. Условно выделялись три типа – чистый участок, слабо заросший (до 25%) и сильно заросший макрофитами (более 25%).

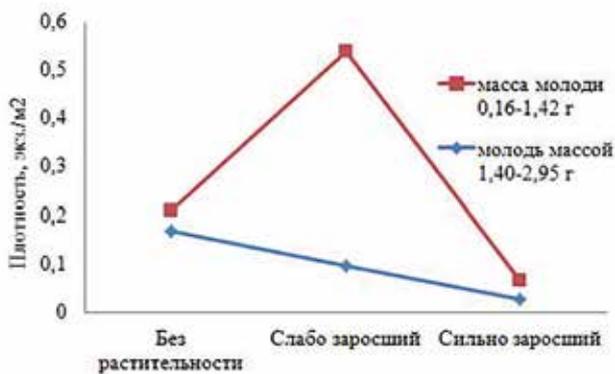
Расчет коэффициентов уловистости осуществлялся с использованием трех методов: накопленного улова, вылова на усилие или стандартизированной оценки и Лесли. В условиях постановки эксперимента, когда влияние эмиграции, иммиграции и естественной смертности было сведено к минимуму и практически вся рыба изымалась из отгороженной акватории, постоянно находясь в зоне облова невода, алгоритм нахождения коэффициента уловистости предельно упрощался. По методу Лесли коэффициент улавливаемости рассчитывался как тангенс угла наклона линейной функции, отражающей связь улова на усилие от предшествующего аккумулярованного улова [7], т.е. соответствовал угловому коэффициенту уравнения:

$$C_f = a - bC_k \quad (1)$$

где  $C_f$  – вылов на усилие, экз.;

$a$  – коэффициент уравнения;

$b$  – угловой коэффициент уравнения;



**Рисунок 1.** Плотностное распределение молоди сиговых в зависимости от количества макрофитов  
**Figure 1.** Density distribution of whitefish juveniles depending on the number of macrophytes



**Фото 1.** Замет невода в отгороженном участке оз. Айтор  
**Photo 1.** Seine sweep in a fenced-off area of the lake. Aitor

Рассматривается один из способов проведения экспериментальных работ для определения коэффициента уловистости мальковых неводов по отношению к разновозрастной молоди сиговых рыб. Способ основан на отгораживании части водной акватории делевой завеской. Положительные стороны способа связаны с исключением влияния эмиграции, иммиграции и естественной смертности рыб, а также – с возможностью применения нескольких методов расчета коэффициента уловистости (накопленного улова, вылова на усилие, Лесли). Отмечена сопоставимость, полученных разными методами, результатов, предложено совершенствование расчетов по методу Лесли с учетом эмиграции и естественной смертности. Выявлена сравнительно высокая чувствительность метода Лесли к степени зарастаемости экспериментального участка. В целом коэффициент уловистости снижается с ростом молоди, уменьшением размера орудия лова и увеличением присутствия макрофитов. Установлено, что молодь сиговых с ростом предпочитает держаться чистых от водной растительности акваторий.

$C_k$  – предшествующий аккумулярованный улов, экз.

При этом коэффициент уравнения  $a$  был равен произведению начальной численности рыб на коэффициент улавливаемости. Коэффициент улавливаемости, при отсутствии естественной смертности, эмиграции и иммиграции рыб соответствует действительному коэффициенту промысловой смертности. При наличии естественной смертности, коэффициент улавливаемости превышает коэффициент уловистости и по своей величине приближается к коэффициенту, отражающему отношение улова к виртуальной численности, т.е. занимает промежуточное положение между коэффициентами общей и промысловой смертности. При учете всех видов убыли, коэффициент улавливаемости, соответственно, вновь становится равным коэффициенту промысловой смертности.

Поскольку в зоне облова вылов производился одним и тем же орудием лова, через приблизительно равные промежутки времени, с минимальным влиянием фактора селективности, то каждый улов можно считать некой стандартизированной оценкой, которая пропорциональна численности рыб [8; 9]. В этом случае динамику численности рыб в зоне облова можно выразить как

$$N_{i+1} = N_i e^{-Z_i}, \quad (2)$$

где  $N_i$  – стандартизированная численность молоди на момент времени  $i$ , экз.;

$Z_i$  – мгновенный коэффициент общей смертности молоди на момент времени  $i$ .

$$N_i = C_{fi}.$$

При отсутствии естественной смертности, эмиграции и иммиграции рыб коэффициент уловистости соответствует действительному коэффициенту общей смертности

$$q = C_i / N_i = (N_i - N_{i+1}) / N_i = 1 - e^{-Z_i}, \quad (3)$$

где  $q$  – коэффициент уловистости;

$C_i$  – улов в масштабе стандартизированной численности в момент времени  $i$ , экз.

По методу накопленного улова коэффициент уловистости рассчитывался с учетом возможного 10% недоучета выловленной рыбы.

$q_i = C_i / 1,1V_i,$  (4)  
 где  $C_i$  – улов в момент времени  $i$ , экз.;  
 $V_i$  – виртуальная численность на момент времени  $i$ , экз.;  
 1,1 – поправочный коэффициент.

$$V_i = \sum_{j=1}^n C_j.$$

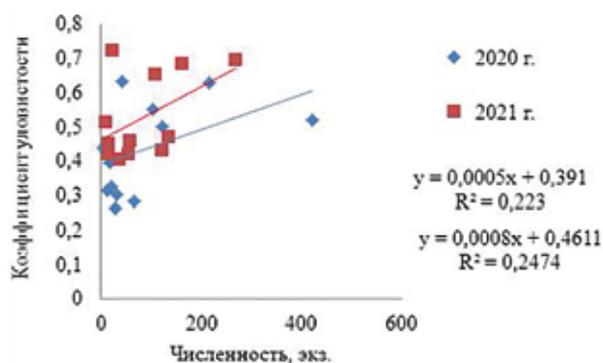
По методам накопленного улова и Лесли коэффициент уловистости рассчитывался для каждого притонения, и затем определялась его средняя величина. При этом каждое последующее значение численности рассчитывалось как

$$N_{i+1} = N_i - C_i,$$

где  $N_i$  – численность молоди в зоне облова на момент времени  $i$ , экз.



**Фото 2.** Выборка невода  
 Photo 2. Seine sampling



**Рисунок 2.** Зависимость коэффициента уловистости от численности рыб в зоне облова

**Figure 2.** Dependence of the catch coefficient on the number of fish in the catch zone

Для изучения изменения коэффициента уловистости, в зависимости от размерного состава молоди, строились соответствующие зависимости.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Результаты определения численности рыб и коэффициента уловистости разными методами, в зависимости от размера молоди, длины невода и степени зарастаемости макрофитами тоневого участка, приведены в таблицах 2 и 3.

Результаты свидетельствуют, что коэффициент уловистости, в основном, зависел от размера молоди и длины невода и в меньшей степени – от зарастаемости макрофитами тоневого участка. В целом, чем крупнее невод и мельче молодь, тем выше коэффици-

ент уловистости. При этом расчеты выявили неоднозначность влияния водной растительности на изучаемый показатель. Зарастаемость снижала коэффициент в основном только для крупной молоди.

Распределение молоди в водоеме, в зависимости от степени зарастаемости, было неоднородным. Более молодые и меньшие по размеру особи предпочитали держаться участков со слабым развитием водной растительности, а также там, где растительность полностью отсутствовала. С ростом молодь чаще присутствовала в местах без водной растительности (рис. 1). Такая особенность распределения, по-видимому, связана с необходимостью снижения воздействия хищных рыб. Поэтому молодь избегала сильно заросших участков.

Как и следовало ожидать, коэффициенты уловистости неводов не зависели от численности молоди в зоне облова, коэффициенты детерминации были низкими (рис. 2). При этом наличие слабой положительной коррелятивной связи отражало лишь разную уловистость молоди, в зависимости от количества водной растительности. Так, на сильно заросших участках, где численность молоди была невысокой, коэффициент уловистости также был минимальным.

Полученные данные позволили рассчитать коэффициенты уловистости для различных размерных групп молоди (табл. 4).

Между результатами всех методов расчета прослеживалось существенное коррелятивное сходство (табл. 5). Наибольшую тесноту связи со всеми методами имел метод Лесли.

Высокое коррелятивное сходство между методами Лесли и накопленного улова обуславливалось использованием в обоих случаях аккумулярованного улова.

Поскольку между результатами всех методов прослеживается значительное сходство, то особый инте-

**Таблица 1.** Характеристика мальковых неводов / **Table 1.** Characteristics of fry seines

№ п/п	Показатель	Длина невода, м	
		25	50
1	Длина мотни, м	3	5
2	Высота мотни, м	3	3,5
3	Высота крыла у мотни, м	3	3,5
4	Высота крыла у берегового кляча, м	2	2,5
5	Ячей в мотне, мм	3	5
6	Ячей в крыльях, мм	5	6

**Таблица 2.** Расчетное количество молоди сиговых рыб в отгороженной акватории /  
**Table 2.** Estimated number of whitefish juveniles in the fenced-off water area

Масса молоди, г	Длина невода, м	Метод	Степень зарастаемости макрофитами, %		
			0	1-25	26-100
0,16 - 1,42	25	накопленного улова	70±23,3	142±76,4	13±3,7
		Лесли	72±28,1	128±68,6	12±3,5
		средняя	71±16,3	135±46,0	12±2,3
	50	накопленного улова	99±41,8	-	91±79,8
		Лесли	93±35,4	-	82±72,7
		средняя	96±22,4	-	87±44,1
1,40 - 2,95	25	накопленного улова	134±0,0	28±0,0	5±0,0
		Лесли	123±0,0	31±0,0	5±0,0
		средняя	129±5,4	30±1,5	5±0,0
	50	накопленного улова	112±74,9	89±76,6	26±11,0
		Лесли	101±66,1	117±67,3	30±12,8
		средняя	106±47,6	85±45,6	28±7,9

**Таблица 3.** Коэффициенты уловистости мальковых неводов для молоди сиговых рыб /  
**Table 3.** Catchability coefficients of fry seines for juvenile whitefish

Масса молоди, г	Длина невода, м	Метод	Степень зарастаемости макрофитами, %		
			0	1-25	26-100
0,16 - 1,42	25	накопленного улова	0,47±0,03	0,63±0,02	0,39±0,03
		вылова на усилие	0,49±0,05	0,70±0,04	-
		Лесли	0,32±0,03	0,74±0,02	0,48±0,00
	50	средняя	0,43±0,03	0,69±0,02	0,44±0,03
		накопленного улова	0,50±0,03	-	0,47±0,07
		вылова на усилие	0,60±0,05	-	0,69±0,02
1,40 - 2,95	25	Лесли	0,33±0,03	-	0,63±0,17
		средняя	0,47±0,05	-	0,60±0,06
		накопленного улова	0,48±0,00	0,31±0,00	0,23±0,00
	50	вылова на усилие	0,51±0,00	0,37±0,00	-
		Лесли	0,51±0,00	0,23±0,00	-
		средняя	0,50±0,01	0,30±0,04	0,23±0,00
50	накопленного улова	0,49±0,04	0,36±0,09	0,29±0,01	
	вылова на усилие	0,52±0,06	0,52±0,11	0,37±0,07	
	Лесли	0,54±0,04	0,50±0,12	0,26±0,03	
		средняя	0,51±0,02	0,43±0,05	0,32±0,02

рес представляет анализ существующих различий. Результаты свидетельствуют, что наименьшие значения коэффициентов уловистости установлены по методу Лесли, а наибольшие – по методу вылова на усилие (рис. 3, 4).

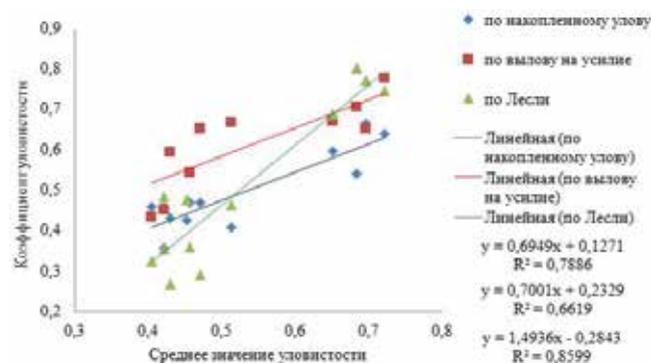
#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Установленные закономерные изменения коэффициента уловистости, в зависимости от размерного состава молоди, длины невода и степени присутствия растительности, могут быть объяснены с точки зрения разной способности молоди, избегать орудия лова.

Более активная крупная молодь легче уходит из зоны облова, особенно при наличии водной растительности, которая замедляет процесс лова, а в отдельных случаях и приподнимает нижнюю подбору невода. В свою очередь более крупный невод быстрее перегораживает возможные пути выхода молоди, поэтому коэффициент уловистости у него выше (табл. 3). Аналогичные выводы можно сделать и по результатам других экспериментальных работ. Так, с ростом молодь сазана и растительноядных рыб хуже облавливаются мальковой волокушей, коэффициент уловистости возрастает лишь при увеличении размера орудия лова [10]. Результаты свидетельствуют, что для каждого вида рыбы, его размерного состава, поведенческих особенностей и конструктивных характе-

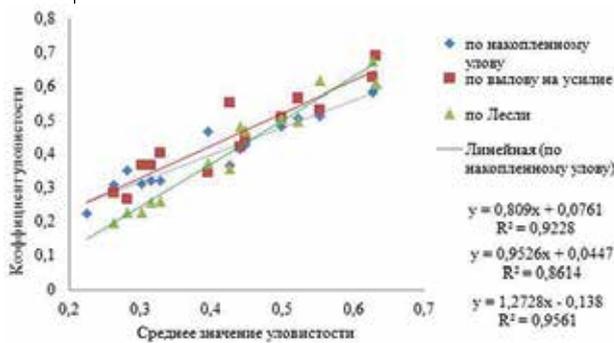
ристик для орудий лова должны устанавливаться свои коэффициенты уловистости.

Полученный неоднозначный результат по влиянию водной растительности на коэффициент улови-



**Рисунок 3.** Зависимости коэффициентов уловистости разных методов от общего среднего их значения для молоди массой 0,16 - 1,42 г

**Figure 3.** Dependences of the catchability coefficients of different methods on their total average value for juveniles weighing 0.16 - 1.42 g



**Рисунок 4.** Зависимости коэффициентов уловистости разных методов от общего среднего их значения для молоди массой 1,40 – 2,95

**Figure 4.** Dependences of the catchability coefficients of different methods on their total average value for juveniles weighing 1.40 – 2.95 g

стости мелкой молоди сиговых, по-видимому, связан с двумя обстоятельствами. Во-первых, мелкая молодь менее активна. Во-вторых, пригибаемая водная растительность может служить для нее дополнительным препятствием для выхода из зоны облова. В подтверждение этому свидетельствует то, что при более высокой концентрации мелкой молоди на сильно заросших участках (рис. 1) она гораздо быстрее облавливалась. Кроме того, как будет показано, мелкая молодь чаще эмигрировала за пределы отгороженного пространства, что несколько завышало уловистость.

Ценность любых экспериментальных данных связана, прежде всего, с возможностью их всестороннего анализа, в том числе и для выяснения причин в различиях получаемых результатов. Из сопоставления результатов, полученных разными методами (рис. 3, 4),

возникает вопрос: завышает ли коэффициент уловистости метод вылова на усилие или наоборот его занижает метод Лесли. Чтобы в этом разобраться, проанализируем положительные и отрицательные стороны обоих методов. Поскольку в методе вылова на усилие применяются относительные значения численности рыб, то маловероятно, что этот метод, при отсутствии эмиграции и естественной смертности, мог серьезно искажать уловистость. Однако этот метод, как отмечалось, имеет недостаток в том, что не все экспериментальные данные можно использовать для построения зависимости, и при малых выборках это может приводить к искажению результата. Недостатком же метода Лесли служит недоучет естественной смертности и эмиграции рыб [7]. Однако, как отмечалось, за короткий период эксперимента это не могло существенно сказаться на результатах. Как известно, при отсутствии естественной смертности и эмиграции, метод Лесли дает объективную оценку численности, а при наличии данных факторов численность занижается, поскольку коэффициент уловистости завышается.

Положительным свойством метода Лесли является сравнительно высокая его чувствительность к условиям облова молоди, в частности, к фактору зарастаемости макрофитами (рис. 3). Этот метод контрастнее других отражал разную способность мелкой молоди сиговых избегать орудия лова (табл. 3).

Сравнительно точную оценку коэффициента уловистости методом Лесли можно получить лишь в том случае, если зависимость вылова на усилие будет строиться не от аккумулярованного улова, а от общей предшествующей аккумулярованной убыли, включающей промысловую и естественную смертность, а также долю эмигрирующих рыб

$$C_i = a - bD_k \quad (5)$$

где  $D_k$  – предшествующая аккумулярованная убыль рыб от всех причин, экз.

**Таблица 4.** Коэффициенты уловистости мальковых неводов для молоди сиговых разной средней массы / **Table 4.** Coefficients of catchability of juvenile seines for whitefish juveniles of different average weight

Длина невода, м	Зарастаемость, %	Масса молоди, г					
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
25	0	0,43	0,45	0,37*	0,30*	0,22*	0,15*
	1 - 25	0,72	0,60	0,48	0,37	0,25	0,13
	26 - 100	0,46	0,39	0,33	0,26	0,20	0,13
	средняя	0,53	0,48	0,39	0,31	0,22	0,14
50	0	0,47	0,48	0,41*	0,33*	0,25*	0,18*
	1 - 25	0,54*	0,51*	0,43*	0,35*	0,27*	0,19*
	26 - 100	0,62	0,54	0,45	0,37	0,28	0,20
	средняя	0,54	0,51	0,43	0,35	0,27	0,19

Источник. \* – экстраполированное значение

**Таблица 5.** Коэффициенты парной корреляции между результатами разных методов определения коэффициента уловистости / **Table 5.** Coefficients of paired correlation between the results of different methods for determining the catchability coefficient of different average weight

Год	Метод	Накопленного улова	Вылова на усилие
2020	вылова на усилие	0,81	-
	Лесли	0,94	0,85
2021	вылова на усилие	0,56	-
	Лесли	0,75	0,69

Только в рассматриваемом виде, как отмечалось в разделе, материал и методы исследования, коэффициент улавливаемости соответствует действительно коэффициенту промысловой смертности.

В основном для случаев, когда применяется метод Лесли оговаривается, что естественная смертность и эмиграция гидробионтов относительно невелики [12; 13; 14]. Вреда от такого допущения нет, поскольку занижение запаса не приводит к завышению уровня его эксплуатации [15]. Тем не менее, желательно получить более точную величину начальной численности, поэтому к оцениваемой части запаса обосновано предлагается добавлять всю недоучтенную его составляющую [16].

В наших опытах метод вылова на усилие или стандартизированной оценки также, как и метод Лесли, может завышать коэффициент уловистости в случае, если происходит эмиграция молоди, т.к. это приводит к увеличению относительной величины вылова в размерности стандартизированного ряда. Сопоставляя результаты методов Лесли и вылова на усилие можно сделать вывод, что такая эмиграция имела место.

Поскольку метод стандартизированной оценки дает объективное представление о коэффициенте общей убыли, а метод Лесли, при наличии эмиграции рыб, несколько завышает коэффициент улавливаемости, то минимальную долю, ушедшей рыбы за пределы отгороженной акватории, можно рассчитать простой разницей рассматриваемых коэффициентов. Данная величина в 2020 г. в среднем составила 5,6%, а в 2021 г. – 10,9%. Таким образом, мелкая молодь чаще находила спасение за пределами экспериментальной акватории, но в целом, как и предполагалось, уровень эмиграции был низким. Следует заметить, что в сырьевых исследованиях аналогичным способом можно рассчитать и минимальную величину естественной смертности.

Совместное использование методов Лесли и стандартизированной оценки позволяет существенно улучшить результат определения численности рыб или иных промысловых гидробионтов. Поскольку, как отмечалось, разница в рассматриваемых показателях долей убыли характеризует некое минимальное значение действительного коэффициента естественной смертности, а наличие критерия, в виде мгновенного коэффициента общей убыли, позволяет контролировать процесс корректировки численности. Уточняя каждый раз суммарную убыль рыб от всех причин и проводя расчет по методу Лесли, мы постепенно получаем более точное значение численности рыб в одном из выбранных временных интервалов облова. Рассматриваемый цикл вычислений сводится к следующему:

$$\varphi_M = q \cdot b$$

где  $\varphi_M$  – действительный коэффициент естественной смертности, который постоянно уточняется.

Показатель  $q$  определяется по уравнению 3, а  $b$  – по уравнению 5.

$$n_{mi} = (\varphi_M \cdot C_{fi}) / b; n_{zi} = n_{mi} + C_{fi}$$

где  $n_{mi}$  – убыль рыб, несвязанная с выловом за период  $i$ , экз.;

$n_{zi}$  – убыль рыб от всех причин за период  $i$ , экз.

Далее следует повторный расчет методом Лесли, определение новой общей убыли и численности

$$N_i = n_{zi} / b; N_{i+1} = N_i \cdot n_{zi}; Z_i = -\ln(N_{i+1} / N_i); Z_{эти} = -\ln(C_{fi+1} / C_{fi})$$

Уточнение численности продолжается до тех пор, пока расчетное  $Z_i$  не снизится и не приблизится к эта-

лонному ( $Z_{эти}$ ). При соблюдении последнего условия, поскольку  $b \rightarrow \varphi_F$  (где  $\varphi_F$  – действительный коэффициент промысловой смертности), то для исключения возможного завышения численности окончательный расчет этого показателя осуществляется как отношение улова к коэффициенту  $b$ . Можно рассчитать численность и непосредственно из коэффициентов уравнения Лесли. В нашем случае в качестве эталонного показателя использовался вылов на усилие, хотя стандартизация должна учитывать и селективность промысла [9], влияние которой существенно даже при траловом промысле [5]. Вычисления рекомендуется проводить по периоду  $i$ , имеющему минимальную убыль рыб от естественных причин, что устанавливается по коэффициентам общей убыли стандартизированного ряда, в котором коэффициент промысловой смертности есть величина постоянная.

Рассмотренный уточняющий расчет численности можно выполнить только в случае, если естественная смертность и эмиграция рыб, в процессе облова, изменяются. Иначе, при постоянных их значениях, отличных от нуля, коэффициент улавливаемости по уравнению 1 будет равен действительному коэффициенту общей убыли. Чем контрастнее отличаются показатели  $q$  и  $b$  при низкой величине естественной смертности, тем надежнее можно выполнить корректировку, т.е. данный способ имеет ограничения исходя из особенностей коэффициента  $b$ , о которых говорилось в разделе Материал и методы исследования. Поскольку в нашем случае значения показателей  $q$  и  $b$  различались, то можно сделать вывод, что молодь сиговых из отгороженного пространства, в процессе облова, эмигрировала неравномерно.

Из всех анализируемых методов наименьшее отклонение от средней величины коэффициента уловистости имел метод накопленного улова (рис. 3, 4). Однако этот метод, в силу изложенных выше обстоятельств, не мог претендовать на полный учет численности рыб.

Исходя из анализа результатов, можно сделать вывод, что все используемые методы имеют свои недостатки, но тем не менее, в условиях постановки эксперимента, их можно применять для установления коэффициента уловистости. В пользу этого свидетельствует сопоставимость результатов, а также закономерные изменения коэффициента в зависимости от различных факторов. Кроме



Фото 3. Молодь сиговых  
Photo 3. Whitefish juveniles

того, полученный диапазон коэффициентов согласуется с ранее проведенными исследованиями [11; 17; 18; 5; 10].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отгораживание части водоема является удобным для проведения экспериментальных работ по установлению коэффициентов уловистости мальковых неводов и изучения отдельных аспектов экологии молоди. Тотальный облов отгороженной акватории за короткий интервал времени позволяет реализовать несколько методов расчета коэффициента уловистости. Практически каждое контрольное притонение может служить независимой оценкой.

Поскольку коэффициент уловистости зависит от способности молоди избегать орудия лова, то его значение снижается с ростом молоди, уменьшением длины невода и увеличением количества водной растительности. В водоеме молодь сиговых распределяется неравномерно, предпочитая держаться открытых, без растительности или слабо заросших участков. С ростом двигательная активность у молоди существенно возрастает и для ее облова необходимо использовать крупные невода.

Полученные коэффициенты уловистости могут использоваться не только при бонитировочных работах, но и для изучения выживаемости молоди, что важно для установления коэффициентов промыслового возврата [19]. Определенный интерес для расчета естественной смертности, уровня эмиграции и уточнения численности рыб представляет совместное использование методов Лесли и стандартизированной оценки. Рассмотренный комплексный подход не требует дополнительной исходной информации, что важно для возможности проверки получаемых результатов.

Автор благодарен сотрудникам Госрыбцентрa И.А. Терентьеву, Н.И. Прилипко, Н.А. Шулика и К.Е. Кобылкину за участие в сборе материала.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Трещев А.И. Научные основы селективного рыболовства. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 446 с.
1. Treshchev A.I. Scientific foundations of selective fishing. – M.: Food industry, 1974. – 446 p.
2. Трещев А.И. Интенсивность рыболовства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 236 с.
2. Treshchev A.I. Intensity of fishing. – M.: Light and food industry, 1983. – 236 p.
3. Сечин Ю.Т. Биоресурсные исследования на внутренних водоемах. – Калуга: Изд-во научн. литературы «ЭЙДОС», 2010. – 202 с.
3. Sechin Yu.T. Bioresource research on inland reservoirs. – Kaluga: Scientific Publishing House, literature "EIDOS", 2010. – 202 p.
4. Вдовин А.Н. Сравнительная оценка количественных учетов рыбной сырьевой базы Приморья / А.Н. Вдовин, В.А. Дударев // Вопросы рыболовства. – 2000. – Т.1. – № 4. – С. 446-457.
4. Vdovin A.N. Comparative assessment of quantitative accounting of the fish raw material base of Primorye / A.N. Vdovin, V.A. Dudarev // Vopr. of fisheries. – 2000. – Vol.1. – No. 4. – Pp. 446-457.
5. Яржомбек А.А. К вопросу об уловистости орудий лова / А.А. Яржомбек, А.В. Датский // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 1. – С. 82-85.
5. Yarzhombek A.A. On the issue of catch of fishing gear / A.A. Yarzhombek, A.V. Danish // Fisheries. – 2014. – No. 1. – Pp. 82-85.
6. Методика учета водных биологических ресурсов, выпускаемых в водные объекты рыбохозяйственного значения. Приложение к приказу Минсельхоза России от 7 мая 2015 г. №176.
6. Methodology of accounting for aquatic biological resources released into water bodies of fishery significance. Appendix to the Order of the Ministry of Agriculture of Russia dated May 7, 2015 No.176.

7. Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 408 с.
7. Riker U.E. Methods of assessment and interpretation of biological indicators of fish populations. – M.: Food industry, 1979. – 408 p.
8. Матковский А.К. Определение смертности и численности рыб с использованием стандартизированного улова, данных по селективности и интенсивности промысла / А.К.Матковский // Вестн. рыбохоз. науки. – 2014. – Т.1. – № 4(4). – С. 35-68.
8. Matkovskiy A.K. Determination of mortality and abundance of fish using standardized catch, data on selectivity and intensity of fishing / A.K. Matkovskiy // Vestn. fish farm. science. – 2014. – T.1. – № 4(4). – Pp. 35-68.
9. Матковский А.К. Применение стандартизированных рядов для определения численности рыб и селективности промысла / А.К. Матковский // Вестн. рыбохоз. науки. – 2018. – Т. 5. – №3 (19). – С. 4-20.
9. Matkovskiy A.K. Application of standardized series for determining the number of fish and the selectivity of fishing / A.K. Matkovskiy // Vestn. fish farm. science. – 2018. – T. 5. – №3 (19). – Pp. 4-20.
10. Стафиопоуло А.М. Определение коэффициента уловистости учетной волокуши по отношению к молоди сазана и растительноядных видов рыб (белый толстолобик, белый амур) для совершенствования бонитировочного метода учета молоди объектов искусственного воспроизводства в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне. / А.М. Стафиопоуло, Я.И. Горбатюк // Тр. АзНИИРХ. (ФГБНУ «ВНИРО»). – Ростов-на-Дону, 2021. – С. 147-168.
10. Stafikopulo A.M. Determination of the catchability coefficient of the accounting trawls in relation to juvenile carp and herbivorous fish species (white carp, white Amur) to improve the bonitirovochny method of accounting for juveniles of objects of artificial reproduction in the Azov-Black Sea fisheries basin. / A.M. Stafikopulo, Ya.I. Gorbatiuk // Tr. AzNIIRH. (VNIRO Federal State Budgetary Institution). – Rostov-on-Don, 2021. – Pp. 147-168.
11. Мельников В.Н. Качество, надежность и работоспособность орудий промышленного рыболовства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 264 с.
11. Melnikov V.N. Quality, reliability and operability of industrial fishing implements. – M.: Light and food industry, 1982. – 264 p.
12. Князев И.В. Применение уравнения Лесли для расчета абсолютной численности пеляди в пойменном водоеме / И.В. Князев // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 284. – С. 12-16.
12. Knyazev I.V. Application of the Leslie equation for calculating the absolute number of pelage in a floodplain reservoir / I.V. Knyazev // Sb. nauchn. tr. GosNIORH. – 1988. – Issue 284. – Pp. 12-16.
13. Золотов О.Г. О промысле и численности эрилеписа (Erelepis zonifer) в районе подводного Императорского хребта (северо-западная часть Тихого океана) / О. Г. Золотов, И. Ю. Спирин // Известия ТИПРО (Тихоокеанского научн.-исслед. рыбохоз. центра). – 2012. – Т. 168. – С. 79-88.
13. Zolotov O.G. On the fishing and abundance of Erelepis (Erelepis zonifer) in the area of the underwater Imperial ridge (north-western part of the Pacific Ocean) / O. G. Zolotov, I. Y. Spirin // Izvestiya TINRO (Pacific Scientific Research. fish farm. center). – 2012. – Vol. 168. – Pp. 79-88.
14. Буяновский А.И. К использованию моделей истощения для оценки промысловых запасов крабов / А.И. Буяновский // Вопр. рыболовства. – 2019. – Т. 20. – № 1. – С. 107-122.
14. Buyanovskiy A.I. Towards the use of depletion models for the assessment of commercial crab stocks / A.I. Buyanovskiy // Vopr. fishing. – 2019. – Vol. 20. – No. 1. – Pp. 107-122.
15. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). – М.: Изд-во ВНИРО, 2000. – 191 с.
15. Babayan V.K. A precautionary approach to assessing the total allowable catch (ODE). – Moscow: VNIRO Publishing House, 2000. – 191 p.
16. Михеев, А.А. Приложение модели открытой эксплуатируемой популяции к оценке локальных запасов / А.А. Михеев // Тр. ВНИРО. – 2014. – Т. 151. – С. 95-108.
16. Mikheev, A.A. Application of the open exploited population model to the assessment of local reserves / A.A. Mikheev // Tr. VNIRO. – 2014. – Vol. 151. – Pp. 95-108.
17. Серебров Л.И. Исследование дифференцированной уловистости промыслового трала с помощью БПА «Тетис» / Л.И. Серебров, Г.В. Попков // Рыбное хозяйство. – 1988. – № 5. – С. 73-75.
17. Serebrov L.I. Investigation of the differentiated catchability of the fishing trawl using the Tethys BPA / L.I. Serebrov, G.V. Popkov // Fisheries. – 1988. – No. 5. – Pp. 73-75.
18. Мельников К.А. Оценка коэффициента уловистости орудий лова как относительной меры промыслового усилия / К.А. Мельников // Вестник АГТУ. – 2011. – Сер.: Рыбн. хоз-во. – №2. – С. 27-34.
18. Melnikov K.A. Assessment of the catch coefficient of fishing gear as a relative measure of fishing effort / K.A. Melnikov // Bulletin of the AGTU. – 2011. – Ser.: Rybn. khoz-vo. – No. 2. – Pp. 27-34.
19. Матковский А.К. Один из способов определения приемной емкости водных объектов на примере рыб Обь-Иртышского бассейна / А.К. Матковский // Вопр. рыболовства. – 2017. – Т. 18. – №3. – С. 383-395.
19. Matkovskiy A.K. One of the ways to determine the receiving capacity of water bodies on the example of fish of the Ob-Irtysh basin / A.K. Matkovskiy // Vopr. fishing. – 2017. – Vol. 18. – No. 3. – Pp. 383-395.

# Нелинейная физика в практике флота – рекуперация энергии при остановке

## Часть 3

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-73-78

Д-р техн. наук, профессор  
**Н.Д. Гайденок** – Сибирский  
 федеральный университет,  
 г. Красноярск

@ ndgay@mail.ru

### Ключевые слова:

неустойчивость, гребной винт, параль, турбина, упор, треугольники скоростей, нелинейные явления, перестройка, особенности преобразований, катастрофа складки, катастрофа сборки

### Keywords:

purse, propeller, parale, turbine, thrust, velocity triangles, perestroika, transformation features, nonlinear phenomena, fold catastrophe, assembly catastrophe

### NONLINEAR PHYSICS IN THE NAVY. PART 3

Doctor of Technical Sciences, Professor N.D. Gaidenok – Siberian Federal University, Krasnoyarsk

The paper considers four nonlinear phenomena studied in the framework of the theory of catastrophes, which are present in the practice of the fleet and relate to various aspects of logistics – depending on the speed of movement of the thrust force of the ship's propulsion and the magnitude of the Cx. Their correspondence to the catastrophes of folding and assembly is shown

### ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Изучение проблемы нелинейных физических явлений на флоте, обусловленное вопросами логистики, ряд из которых был уже исследован ранее [3; 4], наиболее оптимальным образом начать не с ее формализма, что впереди, а с анонса классической фразы известного физика Филиппа Ричарда Фейнмана: «Одинаковые уравнения – одинаковые решения», которую он раскрывает в монографии [12].

Не приводя всех аспектов объяснения, кратко ограничимся лишь следующим – широкий круг явлений природы описывается одними и теми же математическими конструкциями.

Несмотря на обширный список явлений природной неустойчивости, имеющих нелинейную природу, на флоте, включая, как

практику мореплавания, так и другие стороны флотской действительности, попадающих под формальный образ теории катастроф (ТК) и ее объекта исследований [11] – катастрофы сборки, которой описывается остойчивость корабля, в данной работе будут рассмотрены только два феномена:

1. Классическая зависимость коэффициента сопротивления воды движению судна;
2. Параль гребного винта (ГВ), показывающая наличия у него предела скорости.

В работе [4] получено аналитическое выражение для зависимости упора от скорости движения судна  $V_p$  или от относительной поступи  $\lambda_p$ , представляющей собой отношение  $V_p$  к окружной скорости ГВ  $\pi D n$

[8], графический образ которого совпадает с классическим результатом [5] (рис. 1).

Это дает возможность для проведения строгого количественного анализа работы ГВ, что составляет цель данного исследования.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве экспериментальной базы используется прогон моделей в бассейне. К числу методов относятся результаты исследований по судовым движителям, гидромеханике, теории катастроф.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Перейдем к анализу особенностей зависимости величины  $C_x$  от скорости движения тела (рис. 2). Рисунок 2.б получен из рисунка 2.а путем поворота против часовой стрелки  $\sim 40^\circ$ . По оси ОХ указаны те же значения числа Рейнольдса. Здесь отчетливо видно соответствие рассматриваемой зависимости катастрофе сборки (рис. 8.б). Здесь обычно [1; 9] рассматривают только интервал  $10^2 - 3 \times 10^5$ , утверждая при этом «независимость  $C_x$  от  $Re$ » и принимая при этом  $C_x = 1$  для поперечного обтекания цилиндра (свай) и  $C_x = 0.4$  для шара, точнее горизонтально расположенной полусферы – крайне отдаленного подобия судна.

Последнее время в закризисной области  $Re \geq 10^6$  для цилиндра, в качестве оценки  $C_x$ , при поперечном обтекании свай, рекомендуется величина 0.7. Этого может быть и достаточно для порядковых теоретических исследований, но совершенно не приемлемо для оптимизации перевозок, когда необходимо иметь более детальный вид формальной зависимости силы сопротивления  $F_{ex}$  от скорости.

Для этой цели воспользуемся формальным выражением  $C_x$  (1), которое аппроксимируется полиномом, начиная с 4-го порядка от  $Re$  -  $P_4(Re)$

$$C_x = F_{ex} / [1/2\rho SV^2] = P_4(Re) = aV^4 + bV^2 + cV + d \quad (1)$$

$$F_{ex} = \rho/2 [aV^4 + bV^2 + cV + d] [SV^2] = k(aV^6 + bV^4 + cV^3 + dV^2),$$

$$k = \rho S/2,$$

где  $V$ ,  $L$  или  $S$ ,  $v$ ,  $\rho$  – скорость движения тела, «характерный размер» тела – длина или площадь поперечного сечения, вязкость и плотность среды.

Рассмотрим рисунок 2. Рисунок 2.б получен из рисунка 2.а, путем поворота против часовой стрелки  $\sim 40^\circ$ . По оси ОХ указаны те же значения числа Рейнольдса. Здесь отчетливо видно соответствие рассматриваемой зависимости катастрофе сборки (рис. 8.б).

Перейдем к анализу особенностей зависимости работы ГВ. Особенности его работы показаны в [8], где говорится, что, при взаимодействии ГВ с потоком окружающей его жидкости, набегающей или уходящей, существуют всего три состояния ГВ:

Крайние два, когда он работает как один из видов технического устройства – движитель, среда получает ускорение за счет приема энергии от ГВ (рис. 1) и турбины – ГВ получает энергию среды;

В работе рассмотрены три нелинейных явления, исследуемых в рамках теории катастроф, два из которых присутствуют в практике перевозок и относятся к техническим сторонам его логистики – зависимости от скорости движения силы тяги корабельного движителя и величины  $C_x$ . Показано их соответствие катастрофам складки и сборки.

Промежуточное состояние парали или, по терминологии Ф.А. Брикса [2], винт парализован, ибо он не может работать, ни как движитель, ни как турбина – «он толчет воду».

В более детализированном виде здесь наблюдается следующая картина динамики:

1. Пока  $\lambda_p$  меньше поступи нулевого упора, ГВ работает как движитель;

2. Когда  $\lambda_p$  больше поступи нулевого упора, но меньше поступи нулевого момента, – промежуточное состояние из п.2 верхнего списка;

3. Когда  $\lambda_p$  больше поступи нулевого момента, ГВ работает как турбина. Причем, здесь наблюдаются следующие контринтуитивные аспекты:

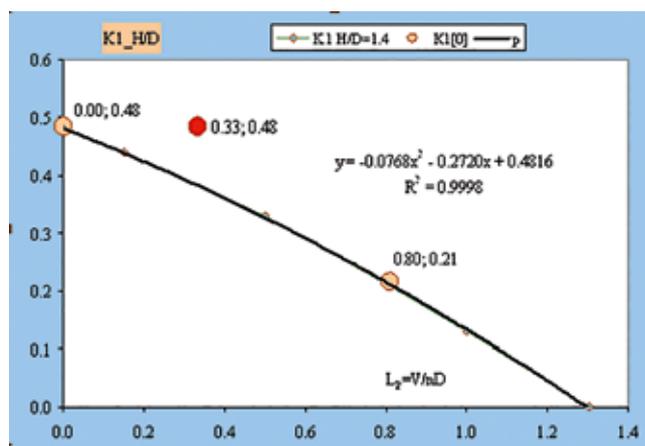
4. Вопреки ожиданиям, при росте скорости или  $\lambda_p$ , упор падает;

5. Дальнейшее увеличение  $\lambda_p$  приводит вообще к неопределенному состоянию;

6. Последующее за п.2. увеличение  $\lambda_p$  приводит уже к конкретным результатам.

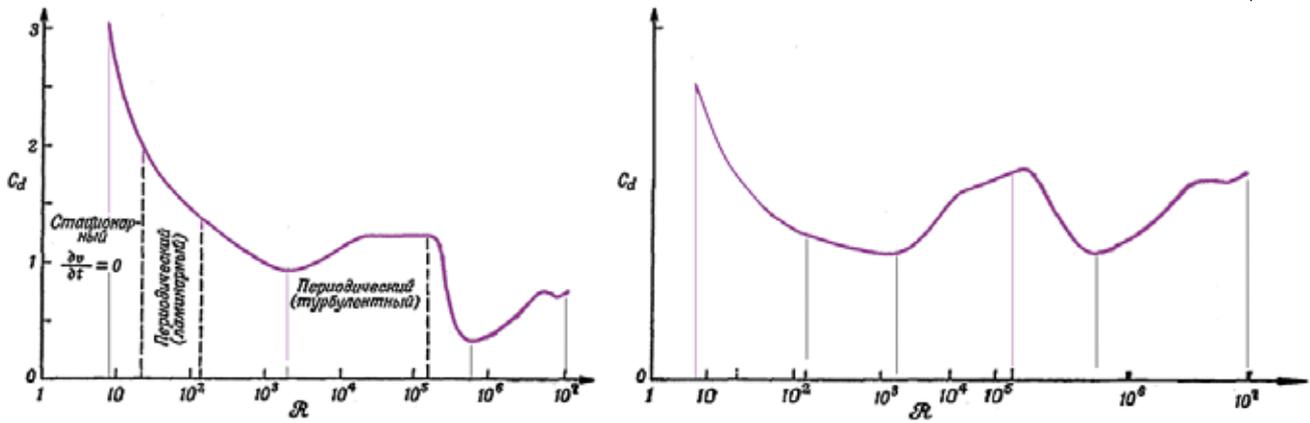
Отмеченная бистабильность ГВ, в виде различных технических устройств, входит в широкий класс явлений и процессов, которые являются объектами изучения теории катастроф или теории особенностей дифференцируемых отображений, восходящей еще к А. Пуанкаре.

Теория катастроф в современном понимании имеет своей целью вовсе не прикладное построение экзотических геометрических образов и привязки их к тем или иным жизненным процессам, что, впрочем, имеет не только несомненный по-



**Рисунок 1.** Соответствие показателей катера «Ярославец» из [7] классической зависимости упора от относительной поступи  $\lambda_p$  [4]

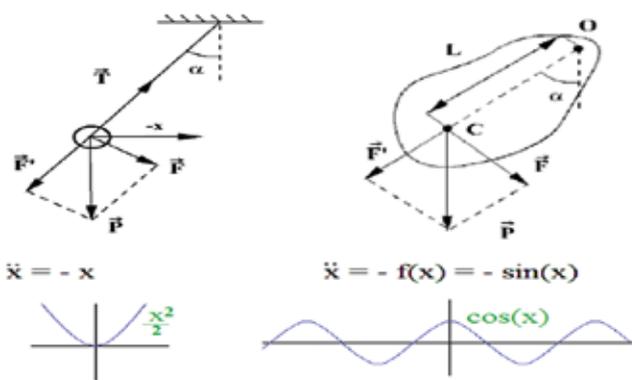
**Figure 1.** The correspondence of the indicators of the boat "Yaroslavets" from [7] the classical dependence of the stop on the relative gait of  $\lambda_p$  [4]



**Рисунок 2.** Зависимость коэффициента сопротивления воды движению тела от числа Рейнольдса [13]  
**Figure 2.** Dependence of the coefficient of water resistance to body movement on the Reynolds number [13]



**Рисунок 3.** Интерпретация психологических феноменов в рамках теории катастроф [11]  
**Figure 3.** Interpretation of psychological phenomena within the framework of catastrophe theory [11]



**Рисунок 4.** Иллюстрация физического и математического маятников  
**Figure 4.** Illustration of physical and mathematical pendulums

знавательный аспект, но также и дает вектор направления исследований.

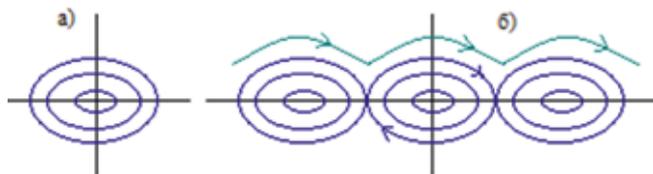
Например, для иллюстрации с помощью геометрического образа поверхности, перевернутой на 90°, катастрофы складки того факта, что для достижения высоких успехов одной увлеченности недостаточно, необходим и определенный талант (рис. 3).

Реальной целью теории катастроф является нечто совсем иное – детерминация и анализ необходимого и достаточного образа тех энергетических поверхностей – потенциалов, которые определяют динамику ряда исследуемых практических процессов, где движение может идти только так и не иначе.

Однако, если для ГВ имеется формальное выражение зависимости упора от относительной поступи  $\lambda_p$  [4], то для описания психологического перехода оно практически отсутствует, в силу значительно большей сложности объекта. Поэтому, сходство или различие рассмотренных объектов более подробно изучим на примере физического и математического маятников. Но, прежде всего, четко определим их свойства. Положение дел здесь заключается в том, что внешне один и тот же объект исследования называется двумя наименованиями – физическим или математическим маятником, т.е. более простой объект – шарик на нити или на тонком невесомом стержне без момента инерции изучался в курсе общей физики, а более сложный, представляющий объемное тело уже с достаточным моментом инерции – в более поздних курсах теоретической механики или вариационного исчисления (рис. 4).

Формально и феноменологически физический и математический маятники различаются лишь структурой потенциала (потенциальной энергии), определяющего особенности их динамики: для простого физического это функция  $1/2x^2$ ; сложного математического – например,  $\cos(x)$  (рис. 5).

Дальнейшие различия в динамике физического и математического маятников заключаются



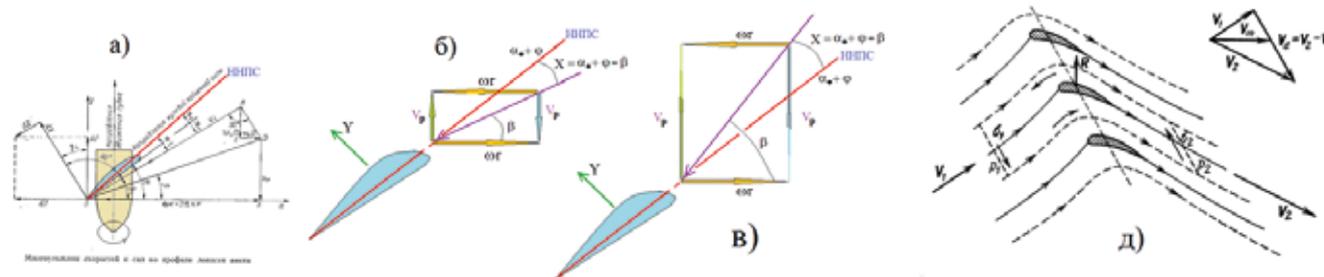
**Рисунок 5.** Фазовые портреты физического и математического маятников  
**Figure 5.** Phase portraits of physical and mathematical pendulums

в том, что физический, при всех значениях потенциальной энергии, имеет лишь одно положение равновесия в точке  $x = 0$ , математический уже обладает значительно сложной картиной динамики (рис. 5). Кроме того, что здесь имеется несколько положений, расположенных через период, имеется еще одна траектория динамики – удаление в бесконечность, которое реализуется при очень высоких значениях энергии, вращаясь вокруг точки подвеса, как спутник вокруг своей планеты.

Изучив ряд необходимых формальных и феноменологических особенностей классических объектов динамики, перейдем к исследованию упора гребного винта. Как уже сказано выше, в работе [4] приводится формальное выражение и графическое иллюстрация для упора гребного винта. Однако там главным аспектом исследования была степень аппроксимации реальным опытным данным. Ниже будет исследована общая картина зависимости упора гребного винта от скорости движения судна или относительной поступи  $\lambda_p$ , которая определяет угол атаки набегающего потока.

С этой целью вернемся к описанию особенностей работы ГВ, в зависимости от  $\lambda_p$ . На рисунке 6.а, заимствованном из [8], показан многоугольник скоростей и сил на плане лопасти винта, которая является практическим аналогом крыла самолета.

Кроме того, сравнение рисунка 6.б и рисунка 6.д, заимствованном из [10], показывает тот факт, что, как ГВ при низких величинах  $\lambda_p$ , так решетка из крыльев на стадии взлета имеют близкое направление углов атаки.



**Рисунок 6.** Многоугольник скоростей и сил на плане лопасти винта (а), иллюстрация угла атаки при различных скоростях движения  $V_p$  (б)  
**Figure 6.** Polygon of velocities and forces on the plane of the propeller blade (a), illustration of the angle of attack at different speeds  $V_p$  (b)

Согласно уравнению Бернулли, отражающего закон сохранения полной энергии, упор или подъемная сила помноженная на  $\cos(\beta)$  [8] создается в виде разности давлений на верхней и нижней сторонах лопасти, которая равна разности динамических напоров или кинетической энергии потоков омывающих лопасть (2):

$$P = 1/2\rho[V_u^2 - V_d^2], \tag{2}$$

где  $V_u, V_d$  – скорости потоков на верхней и нижней сторонах лопасти, соответственно.

Ввиду того, что расход среды также одинаков с обеих сторон лопасти, то скорости  $V^*$ , как с той, так и с другой стороны пропорциональны длинам соответствующих сторон. Тогда выражение (2) предстает с следующим виде (3)

$$P = 1/2\rho[L_u^2 - L_d^2], \tag{3}$$

где  $L_u, L_d$  – длины верхней и нижней сторон лопасти, соответственно,  $\rho$  – плотность воды.

В соответствии с (3) видно, что нулевой упор наблюдается при равенстве  $L_u = L_d$ , что показано в ряде случаев на рисунке 7, из которого видна четкая периодика нулевого упора, подобная тригонометрической окружности – в обоих случаях имеется 4 варианта.

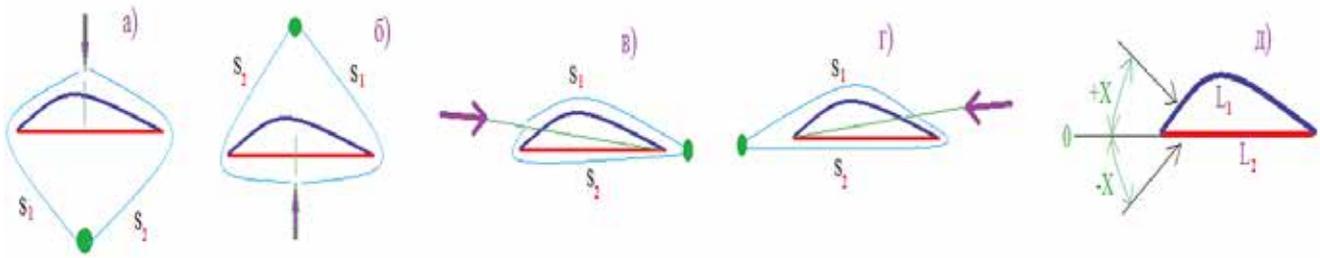
Исходя из (3) и рисунка 7.д, где лопасть представлена в виде сегмента окружности с хордой R, и стороны  $L_u$  и  $L_d$  вычисляются в виде (4),

$$\begin{aligned} L_u &= R(A - \sin(x)), L_d = R(1 + \sin(x)) \\ x &= \alpha_0 + \varphi - \beta, \end{aligned} \tag{4}$$

легко представить упор в виде (5), которое при условных величинах  $A = 1.5$  и  $R = 1$  показано красной кривой на рисунке 8.а.

$$\begin{aligned} 2\rho P &= (AR - R\sin(x))_2 - (R + R\sin(x))_2 \\ &= [R(A + 1)]^2 \sin(x) \end{aligned} \tag{5}$$

Аналогичное выражение для зависимости подъемной силы от угла атаки, представимое также в виде  $\sin(x)$ , при  $A = R = 1$  приводится в работе [10]. Здесь также видна эквивалентность содержания рисунка 5.б и рисунка 8.а – аналогичная последовательность потенциальных ям.



**Рисунок 7.** Случаи расположения осей нулевой подъемной силы гребного винта – а) + г) и схема циркуляции – д)

**Figure 7.** Cases of the arrangement of the axes of the zero lifting force of the propeller – а) + d) and the circulation scheme – е)

Имея графический образ упора, продолжим содержательный анализ. Вернемся к описанию вариантов работы ГВ. Здесь принципиальным является тот факт, что, в зависимости от величины  $\lambda_p$ , ГВ меняет характер взаимодействия с потоком – при малых он передает энергию, а при больших – принимает.

Для отражения этого факта используем основную аппарат теории катастроф – выделение главной части явления путем разложения его формального выражения (5) в ряд. Тогда получим (6) – полином 3-го порядка, что показано зеленой кривой на рисунке 8.а, представляющей собой первую элементарную катастрофу складки [11]. Здесь отчетливо видно, что на левом конце функция уходит вниз, а на правом – вверх, отражая разный характер взаимодействия ГВ с потоком.

$$2\rho P = (A^2 - 1)R^2 - 2(A + 1)R^2x + 1/3(A + 1)R^2x^3 \quad (6)$$

Получив представление о формальной природе упора ГВ, исследуем феноменологию тех устройств, которые он представляет при различных величинах относительной поступи  $\lambda_p$ . Для этого воспользуемся стандартным приемом аналитической механики [6], где сила представляется в виде производной по  $X$  от потенциальной энергии тела  $V$ , которую в этом случае можно

представить в виде интеграла по  $X$  от выражений (5) и (6).

Тогда получим для (5) и (6) выражения для потенциалов (7) и (8) – катастрофа сборки, соответственно, графические образы которых показаны на рисунке 8.б аналогичными цветами. Из данной иллюстрации видно, что минимум в левой части соответствует работе ГВ, как движителя, а в правой – как турбины. Промежуточный максимум в принулевой области – стадии «толчей воды».

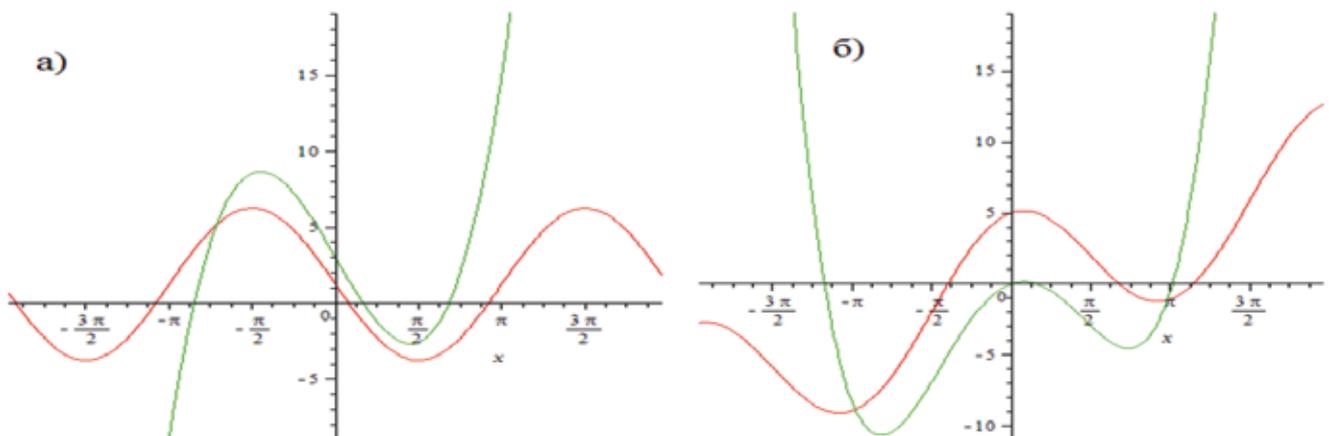
$$\rho V = (A^2 - 1)R^2x + 2(A + 1)R^2\cos(x) \quad (7)$$

$$2\rho V = (A^2 - 1)R^2x - (A + 1)R^2x^2 + 1/12(A + 1)R^2x^4 \quad (7)$$

### ВЫВОДЫ

Анализ вышеизложенного материала показывает феномен непропорциональности усилий и ожидаемого результата. Действительно, увеличение угла (4) показывает наличие предела скорости у ГВ, что обуславливает использование других типов двигателей.

Здесь стоит заметить факт – на практике работы ГВ наблюдаема только стадия движителя, ибо переход относительной поступи  $\lambda_p$  через величину нулевого упора сначала маскируется инерцией и далее – реальным падением скорости движения судна.



**Рисунок 8.** Иллюстрация упора (а) и потенциала ГВ  
**Figure 8.** Illustration of the stop (а) and the GW potential



Наблюдение всех режимов возможно, как правило, либо при буксировке судна, либо на швартовых при работе нагнетателя.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Алферьев М.Я. Ходкость и управляемость судов. Сопротивление воды движению судов – М.: Транспорт, 1967 – 344 с
1. Alferyev M.Ya. Seaworthiness and controllability of vessels. Water resistance to the movement of ships – М.: Transport, 1967 – 344 p.
2. Брикс Ф.А. Паральная теория гребного винта – Петроград: Гос. изд-во, 1922. – 2-е изд., с изм. и доп. – 232 с
2. Briks F.A. The parallel theory of the propeller – Petrograd: State Publishing House, 1922. – 2nd ed., with amendments and additions – 232 p.
3. Гайденок Н.Д. Определение коэффициента сопротивления тралов гидравлично-математическим методом // Рыбное хозяйство. – 2021. – № 2. – С 70-76. DOI 10.37663/0131-6184-2021-2-90-98
3. Gaidenok N.D. Determination of the drag coefficient of trawls by the hydraulic-mathematical method // Fisheries. – 2021. – No. 2. – Pp. 70-76. DOI 10.37663/0131-6184-2021-2-90-98.
4. Гайденок Н.Д. Об использовании геометрии и механических особенностей в алгоритме расчета упора гребных винтов корабельных движителей // Рыбное хозяйство. – 2021. – № 4. – С 70-76.
4. Gaidenok N.D. On the use of geometry and mechanical features in the algorithm for calculating the thrust of propellers of ship propellers // Fisheries. – 2021. – No. 4. – Pp. 70-76.
5. Дорогостайский Д.В. Теория и устройство судна / Д.В. Дорогостайский, М.М. Жученко, Н.Я. Мальцев – Л.: Судостроение, 1976. – 416 с.
5. Dorogostaysky D.V. Theory and structure of the vessel / D.V. Dorogostaysky, M.M. Zhuchenko, N.Ya. Maltsev – L.: Shipbuilding, 1976. – 416 p.
6. Заславский Г.М. введение в нелинейную физику: от маятника до турбулентности и хаоса / Г.М. Заславский, Р.З. Сагдеев – М.: Наука, 1988. – 308 с.
6. Zaslavsky G.M. introduction to nonlinear physics: from the pendulum to turbulence and chaos / G.M. Zaslavsky, R.Z. Sagdeev – М.: Nauka, 1988. – 308 p.
7. Катер «Ярославец» <http://russrivership.ru/public/files/doc1130.pdf>
7. Boat "Yaroslavets" <http://russrivership.ru/public/files/doc1130.pdf>
8. Лаврентьев В.М. Судовые движители. – Ленинград–Москва: Морской транспорт, 1949. – 276 с.
8. Lavrentiev V.M. Ship movers. – Leningrad-Moscow: Sea Transport, 1949. – 276 p.
9. Ландау Л.Д. Теоретическая физика, Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц – М.: Наука, 2001, т. 6 – 540 с.
9. Landau L.D. Theoretical physics, Hydrodynamics / L.D. Landau, E.M. Lifshits – М.: Nauka, 2001, vol. 6 – 540 p.
10. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа – М.: Наука, 1975. – 548 с.
10. Loitsiyansky L.G. Mechanics of liquid and gas – М.: Nauka, 1975. – 548 p.
11. Постон Г. Теория катастроф и ее приложения//пер. с англ. / Г. Постон, И. Стюарт – М.: Мир, 1980 – 608 с.
11. Poston G. The theory of catastrophes and its applications// translated from English / G. Poston, I. Stewart – М.: Mir, 1980 – 608 p.
12. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике. Электричество и магнетизм / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс / пер. с англ. – М.: Мир, 1980, т.5. – 608 с.
12. Feynman R. Feynman lectures on physics. Electricity and magnetism / R. Feynman, R. Leighton, M. Sands / translated from English – М.: Mir, 1980, vol. 5. – 608 p.
13. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике. Физика сплошных сред / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс / пер. с англ. – М.: Мир, 1980, т.7. – 300 с.
13. Feynman R. Feynman lectures on physics. Physics of continuous media / R. Feynman, R. Leighton, M. Sands / trans. from English – М.: Mir, 1980, vol. 7. – 300 p.

# Автоматизированная система управления траловым комплексом

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-79-89

Кандидат технических наук,  
доцент **В.А. Пелешенко** –  
Департамент анализа данных  
и машинного обучения  
Финансового университета  
при Правительстве Российской  
Федерации

@ vitaliy.peleshenko@yandex.ru

## AUTOMATED TRAWL COMPLEX MANAGEMENT SYSTEM

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **V.A. Peleshenko** – Department of Data Analysis and Machine Learning of the Financial University under the Government of the Russian Federation

The article is devoted to the problems of developing an automated control system for a trawl complex. The analysis of trawl systems from the point of view of the concepts of lean production and lean environmental management is presented. The main design features of the developed automated trawl complex control system are described.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в промышленном рыболовстве на правительственном уровне реализуется несколько концепций развития. Первая концепция – бережливое природопользование, которое на текущий момент активно лоббируется Федеральным агентством по рыболовству, и доктрины, которая впервые прозвучала в федеральном законе от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». Вторая концепция – это концепция бережливого производства, сформулированная под эгидой Министерства промышленности и торговли РФ, и которая предполагает максимизацию результатов промышленной деятельности с минимизацией затрат

за счёт использования новых технологических решений. Для реализации этих двух направлений в промышленном рыболовстве мной была проведена научно-исследовательская работа по созданию автоматизированной системы для траловых комплексов, способной интегрироваться в уже эксплуатируемые траловые системы и существенно расширять их технические характеристики, а также увеличивать выловы и рентабельность промысла.

### ПРЕДПОСЫЛКИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТРАЛОВЫХ СИСТЕМ

Как известно, водная среда населена более чем двумястами тысячами видов животных, среди которых более тридцати

### Ключевые слова:

траловые системы,  
траловый комплекс,  
автоматизированные  
системы управления,  
концепции бережливого  
производства,  
концепции бережливого  
природопользования

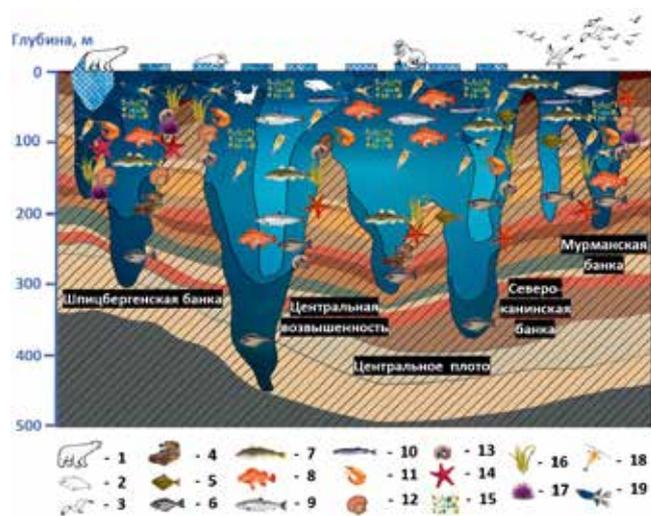
### Keywords:

trawl systems, trawl  
complex, automated control  
systems, lean production  
concepts, lean environmental  
management concepts

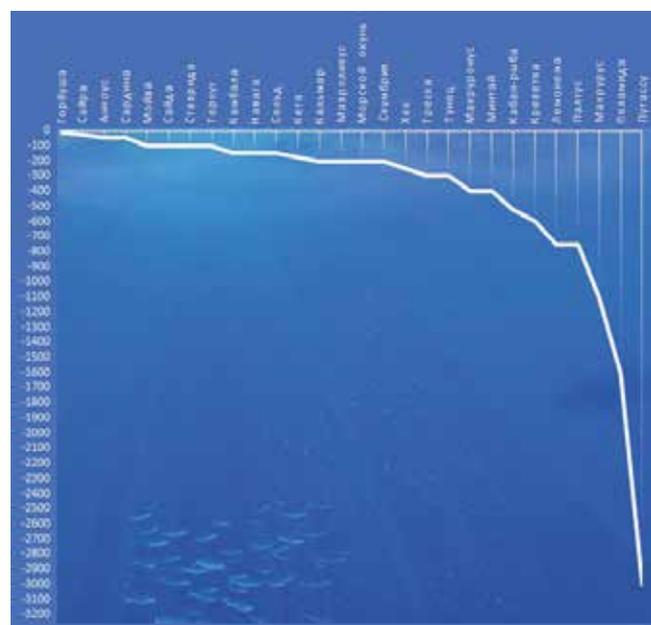
тысяч видов рыб и ракообразных, а также – более пятидесяти тысяч наименований моллюсков. Вместе с более чем двадцатью тысячами видов растений и одноклеточных организмов они образуют замкнутые высокоэффективные самоподдерживающиеся экосистемы. Даже в северных акваториях биологические системы сложны, многообразны и полны жизни. На рисунке 1 представлена экологическая система Баренцева моря – одного из основных районов российского

Статья посвящена проблемам разработки автоматизированной системы управления траловым комплексом.

Представлен анализ траловых систем с точки зрения концепций бережливого производства и бережливого природопользования. Изложены основные конструкционные особенности разработанной автоматизированной системы управления траловым комплексом.



**Рисунок 1.** Экологическая система Баренцева моря  
**Figure 1.** Ecological system of the Barents Sea



**Рисунок 2.** Глубина обитания основных объектов промысла  
**Figure 2.** Habitat depth of the main fishing objects

4 – зубатки; 5 – камбалы; 6 – палтусы; 7 – треска; 8 – морские окуни; 9 – семга; 10 – мойва; 11 – креветка; 12 – морской гребешок; 13 – многощетинковые черви; 14 – морские звезды и офиуры; 15 – диатомовые водоросли; 16 – жгутиковые водоросли; 17 – морские ежи; 18 – крылоногие моллюски; 19 – калянус и другие веслоногие раки.

Каждый из членов экосистемы обитает в диапазоне своего горизонта и выполняет уникальную роль внутри естественных биологических процессов экосистемы. При этом, из всего многообразия объектами промышленного рыболовства является менее ста основных видов, на которые приходится более 90% всей добычи гидробионтов. К ним относятся: анчоусы, горбуша, кальмар, кета, креветки, макрорусы, минтай, мойва, навага, палтус, пелагида, путассу, сайра, сардина, сельдь, скумбрия, ставрида, треска, тунец и другие, каждое из этих видов характерна своя глубина обитания, обусловленная особенностями вида, сезоном, районом промысла и множеством других факторов. Усреднённые величины этих глубин для основных объектов промысла показаны на рисунке 2.

Задачей тралового промысла является нахождение рыбных скоплений видового объекта и обеспечения его изъятия из водной среды для последующей переработки в пищевую продукцию при помощи разделки и переработки, позволяющей донести продукцию до потребителя. Основным способом изъятия объекта промысла из водной среды являются траловые комплексы. Как известно, для успешного промысла трал необходимо доставить на горизонт обитания вылавливаемого типа гидробионта, обеспечить его точное позиционирование относительно рыбного скопления, при этом, поддерживая форму трала, в частности, его раскрытие. Оснащение судна, включая конфигурацию его тралового комплекса и рыбообрабатывающего оборудование, нацелено на конкретный объект промысла, под который судовладелец оформляет определённый объём квот, согласно собственной модели бизнес планирования. Вся продукция, выловленная вне квотируемого объекта промысла, является сопутствующим приловом и возвращается обратно в водную среду. Рыба, травмируемая тралом, уже не может нормально функционировать и в 80% случаев умирает. Официальные показатели прилова при этом варьируются от 30-60%. Неофициальные цифры намного больше и достигают диапазона 60-70%. При этом стоит отметить, что в выбраковку часто попадают некондиционные, молодые, не достигшие нуж-

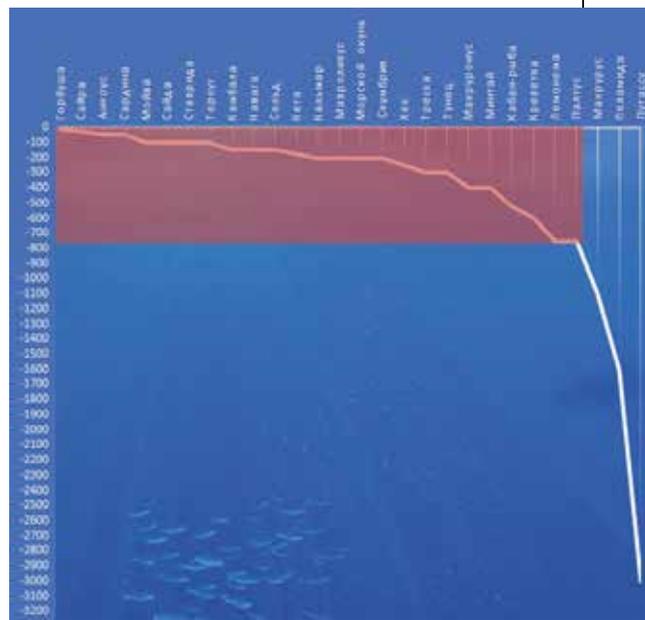
рыболовства. В его экосистеме обитают 19 видов различных организмов, к которым относятся: 1 – белый медведь; 2 – морские звери; 3 – птицы;

ных размеров особи, что также снижает остаточные показатели, из которых уже исключен прилов других видов гидробионтов. Это приводит к существенному экологическому ущербу и стремительному сокращению видового состава гидросферы, а также – уменьшению запасов объектов промысла, из-за нарушения связей внутри естественной водной экосистемы. При этом судовладелец также несет убытки, так как для заполнения трюмов вынужден осуществлять, по сути, в два раза больше циклов траления. Основная причина сопутствующего прилова при этом заключается в том, что траловые комплексы, для достижения нужного горизонта промысла, проходят через все, выше расположенные, слои водной экосистемы, попутно захватывая другие виды гидробионтов. Также захват происходит при выборке трала. Поднимаясь после траления обратно, он пересекает горизонты обитания гидробионтов, не являющихся объектами промысла, попутно захватывая их. При этом страдают также ценные породы объектов промысла. Так, к примеру, вылавливая палтуса, согласно имеющейся у рыбопромыслового судна квоты, могут пострадать ценные виды, обитающие в более высоких водных слоях, такие как горбуша, сайра, анчоус, сардина, мойва, сайда, ставрида, терпуг, камбала, навага, сельдь, кета, кальмар, мавроликус, морской окунь, скумбрия, хек, треска, тунец, макруронус, минтай и кабан-рыба. На рисунке 3 красным цветом показана зона пересекаемых горизонтов обитания гидробионтов при данном ведении промысла.

Задачами данного исследовательского проекта было создание интеллектуального инновационного экологичного трала, который бы помог в решении проблем сопутствующих приловов и сокращал, таким образом, экологический ущерб, наносимый тралением. В рамках решения задач бережливого производства исключение сопутствующего прилова позволяет увеличить рентабельность промысла за счёт сокращения ресурсов, расходуемых на обеспечение сопутствующего прилова при спуске и выборке трала, а также при его продольно-поперечном движении в условиях траления. Насыщение трюмов без дополнительного прилова будет происходить быстрее, так как высвободившийся объем в трале будет заполнен целевым объектом промысла и, таким образом, потребуется меньше циклов тралений. Для достижения этих задач необходимо, чтобы при спуске и выборке трал был в закрытом положении и быстро раскрывался только при приближении к рыбному скоплению, двигаясь в пределах водного горизонта обитания объекта промысла. Таким образом, необходима активная автоматизированная система, способная управлять формой и положением трала в пространстве, в зависимости от горизонта хода.

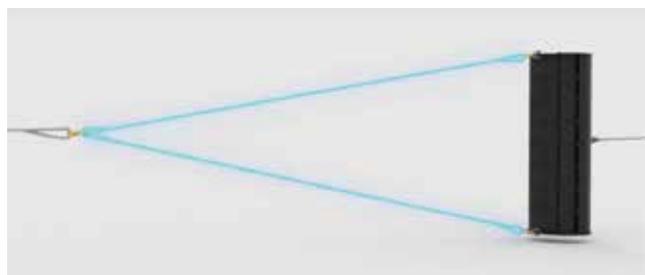
#### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ФОРМОЙ И ПОЛОЖЕНИЕМ ТРАЛА В ПРОСТРАНСТВЕ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГОРИЗОНТА ХОДА

При проведении текущего исследования траловый комплекс подвергся доскональному изуче-



**Рисунок 3.** Зона сопутствующего прилова  
**Figure 3.** The zone of associated by-catch

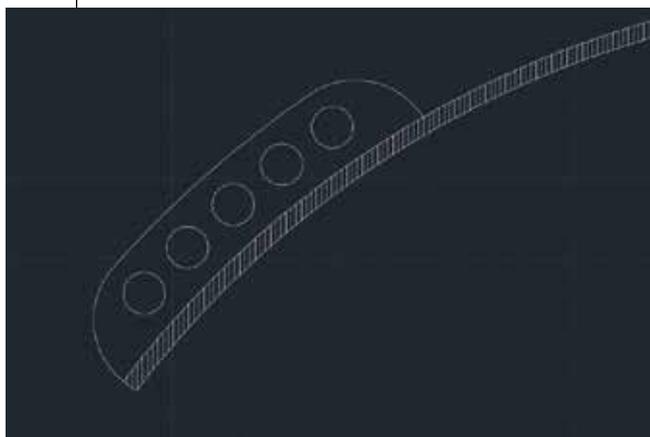
нию, как относительно его сетных элементов, так и относительно элементов его оснастки и взаимосвязи их деятельности. Была разработана математическая модель тралового комплекса, благодаря которой выявлено, что основным способом для управления формой трала, включая его рас-



**Рисунок 4.** V-образное крепление  
кабелей траловой доски  
**Figure 4.** V-shaped attachment of trawl board cables



**Рисунок 5.** Параллельное крепление  
кабелей траловой доски  
**Figure 5.** Parallel fastening of trawl board cables



**Рисунок 6.** Крепёжная пластина кабелей  
**Figure 6.** Cable mounting plate



**Рисунок 7.** Смещение крепежа кабеля вперед  
**Figure 7.** Cable fastener offset forward



**Рисунок 8.** Смещение крепежа кабеля назад  
**Figure 8.** Cable fastener offset backwards

крытие и закрытие, являются траловые распорные устройства – траловые доски. Они занимают центральную позицию в траловой системе. Благодаря им, траловый комплекс способен обеспечивать рабочие расчётные величины устья трала и стабильно действовать, независимо от внешней среды и режимов траления, включая переходные процессы и маневрирование, при наведении на косяки рыбных скоплений. В соответствии с требованиями, выдвигаемыми траловым доскам в составе тралового комплекса, при обеспече-

нии траления конкретных видов гидробионтов, акватории промысла, погодных условий, эксплуатационных характеристик судна и элементов, входящих в траловую систему, происходит тонкая предварительная настройка траловых досок. Настройка осуществляется заранее перед каждым тралением, когда трал находится на промысловой палубе. После чего сбрасывается за корму судна. Траловые доски начинают работу сразу же, как только оказываются в воде. От правильной настройки траловых досок зависит величина и направление приложенных сил, создаваемых судном при буксировке трала. Помимо раскрытия трала, они также влияют на скорость заглубления и подъема, его статическую и динамическую устойчивость, манёвренность и в целом задают общую эффективность траления. Рассмотрим способ управления траловыми досками, с целью достижения целевых проектных характеристик автоматизированной системы управления, таких как обеспечение контроля раскрытия устья трала, а также – управления действия гидродинамической силы на распорные устройства. Достижение этого позволит непрерывно контролировать трал и практически полностью исключить сопутствующий прилов и существенно повысит эффективность промысла.

Траловые доски, соединённые с судном посредством ваеров, и с тралом – посредством кабелей, занимают центральную позицию в системе разноглубинного комплекса. При этом соединение с концами трала посредством кабельных креплений может быть двух видов. Кабели могут образовывать V-образные крепления, как показано на рисунке 4.

Также возможно параллельное крепление, как показано на рисунке 5.

Независимо от типа крепления, на каждой траловой доске имеются ровно две точки крепления кабелей. Одна точка – в районе верхней кромки траловой доски, вторая – в районе нижней кромки траловой доски. Рассмотрим способ управления траловой доской по регулировке точек крепления кабелей. На рисунке 6 представлена крепёжная планка кабелей.

На обоих крепежных планках кабелей имеется несколько отверстий. Ранее было произведено исследование сил, действующих на траловую доску. Положение траловой доски в пространстве определяется равновесием силы реакции ваера, кабелей, силы гидродинамического сопротивления и распорной силы. Каждая из этих сил создает момент относительно центра тяжести траловой доски. Таким образом, любое изменение в положении крепёжных элементов меняет характеристики моментов сил и приводит к новому равновесному положению траловой доски в пространстве.

Смещение точки крепления кабелей вперёд, как показано на рисунке 7, приведёт к повороту траловой доски что увеличит угол атаки.

Увеличение угла атаки в диапазоне рабочих значений, не превышающих его критических показателей и не приводящее к срыву, обтекающе-

го траловую доску, потока жидкости, приводит к увеличению распорной силы. Увеличение распорной силы, в свою очередь, приведёт к увеличению раскрытия устья трала.

Теперь сместим точку крепления траловой доски в обратном направлении – назад к крайнему положению, вблизи оконечности траловой доски, как показано на рисунке 8.

Такое смещение крепежа кабеля приведет к обратному пространственному повороту. Траловая доска изменит своё положение таким образом, что угол атаки уменьшится и соответственно упадет распорная сила. Снижение распорной силы, в свою очередь, приведёт к уменьшению устья трала.

Для обеспечения более высоких манёвренных качеств тралового комплекса опытные рыбопромысловики часто задают траловой доске небольшой дифферент назад. Это достигается за счёт большего смещения нижнего крепежа кабеля, ближе к кормовой оконечности, без изменения положения верхней точки крепления ваера, как показано на рисунке 9.

Дифферент назад увеличивает манёвренные характеристики траловой доски, при подъёмах, связанных с огибанием препятствий и позиционированию относительно рыбных скоплений в сложных условиях рельефа акваторий промысла. За счет того, что набегающий поток жидкости на профиль траловой доски складывается из продольного и вертикального движений, он немного отклонён в подобных ситуациях в продольно-вертикальной плоскости, что как раз и компенсируется полученным деферентом. Также, при маневрировании в расщелинах, траловая доска может столкнуться с грунтом, как показано на рисунке 10. В таких случаях при дифференте траловая доска отбрасывается вверх, не цепляясь за препятствия.

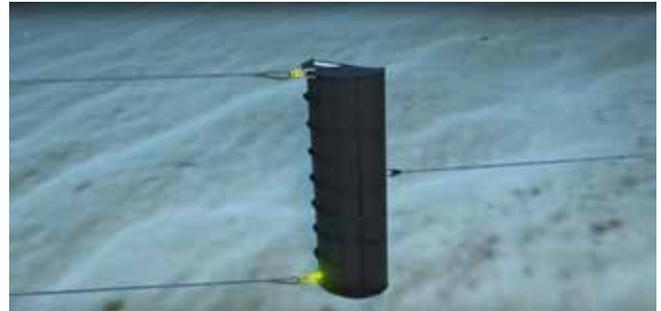
Это спасает трал от повреждений. Однако дифферент имеет и негативные последствия. Они выражаются неравномерным обтеканием верхней и нижней кромок траловой доски, что приводит к увеличению индукционного сопротивления. При нормальных режимах работы, связанных с движением в рамках одного горизонта, обтекание основного профиля будет отличаться от расчётных за счёт дифферента, что ухудшит его гидродинамические свойства и приведет к сокращению распорной силы при дифференте доски и больших энергетических затрат на промысле.

Мы рассмотрели возможности регулировки при помощи кабельного крепления траловых досок. Помимо него траловые доски оснащены ваерным креплением, через которое испытывают буксировочное усилие посредством ваера. Ваерное крепление также состоит из нескольких перфорированных планок и позволяет регулировать положение траловой доски. На рисунке 11 представлена конструкция ваерного крепления.

Крепление ваерной планки на теле траловой доски осуществляется через дужки ваерной планки, обозначенные позицией 1, через которые проходит удерживающий штифт, обозначенный пози-

цией 2 с крепёжной гайкой 3. В ваерной планке, представленной позицией 4, имеется несколько крепежных отверстий позволяющих устанавливать ваер на разной высоте. Крепление ваера осуществляется посредством штифта 5, фиксиционной гайкой 6, которые удерживают крепёжную скобу ваера 7.

Съёмное крепление ваерной планки, посредством штифтового соединения, позволяет пере-



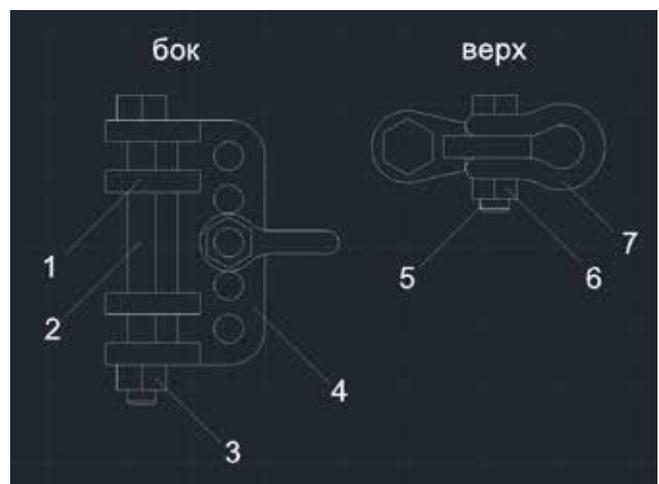
**Рисунок 9.** Смещение нижнего крепежа кабеля

**Figure 9.** Offset of the lower cable fastener



**Рисунок 10.** Столкновение с грунтом

**Figure 10.** Collision with the ground



**Рисунок 11.** Конструкция ваерного крепления

**Figure 11.** Door mounting design



**Рисунок 12.** Смещение ваерной планки вперёд

**Figure 12.** Displacement of the anchor bar forward



**Рисунок 13.** Смещение ваерной планки назад

**Figure 13.** Displacement of the anchor bar back



**Рисунок 14.** Смещение крепежа ваера вверх

**Figure 14.** Displacement of the waer fastener upwards



**Рисунок 15.** Смещение крепежа ваера вниз

**Figure 15.** Displacement of the waer fastener downwards

мещать точку буксировки в горизонтальной плоскости. Таким образом, можно также добиться изменения величины распорной силы, за счёт изменения положения траловой доски по отношению к набегающему потоку жидкости и соответствующего угла атаки. При смещении точки крепления ваера вперёд, ближе к носовой кромке траловой доски, как показано на рисунке 12, угол атаки, распорная сила и раскрытие трала уменьшаются.

При смещении ваерной планки назад, ближе к кормовой оконечности траловой доски, как показано на рисунке 13, угол атаки, распорная сила и раскрытие трала увеличиваются.

Достижимый эффект, по своей сущности, является аналогом, за счёт регулировки при помощи кабельных креплений. Помимо регулировки в горизонтальной плоскости, из-за оборудования ваерной планки несколькими отверстиями, расположенными друг над другом, существует возможность регулирования точки ваерного крепления по вертикали. При поднятии крепёжной скобы выше середины траловой доски, согласно системы уравнений сил траловой доски, описанной ранее, и формулы 77, образуется момент сил, кренящий траловую доску по направлению к её внутренней плоскости, как показано на рисунке 14.

При поднятии крепёжной скобы ниже середины траловой доски, как показано на рисунке 15, образуется момент сил, кренящий траловую доску по направлению к её внешней плоскости.

Таким образом, траловой доске можно задавать крен. При крене вовнутрь, часть распорной силы приобретает вертикальную составляющую, направленную вверх траловой доски, что обеспечивает всплытие тралового комплекса. При крене во внешнюю часть распорной силы, приобретает вертикальную составляющую, направленную вниз, и траловая доска начинает заглублять трал. Следовательно, можно обеспечивать более быстрое всплытие или спуск трала. Однако, учитывая, что настройка производится единообразно на борту судна перед замётом трала, на современных траловых досках можно использовать только одно из выше перечисленных свойств. Также стоит отметить, что при данном виде настройки в своем рабочем режиме, при облове рыбных скоплений в условиях движения по водному горизонту обитания объекта промысла, траловая доска будет постоянно терять распорную силу на вертикальную составляющую, и эффективность промысла, при облове рыбных скоплений, будет при этом падать, за счёт уменьшения раскрытия устья трала и зоны облова.

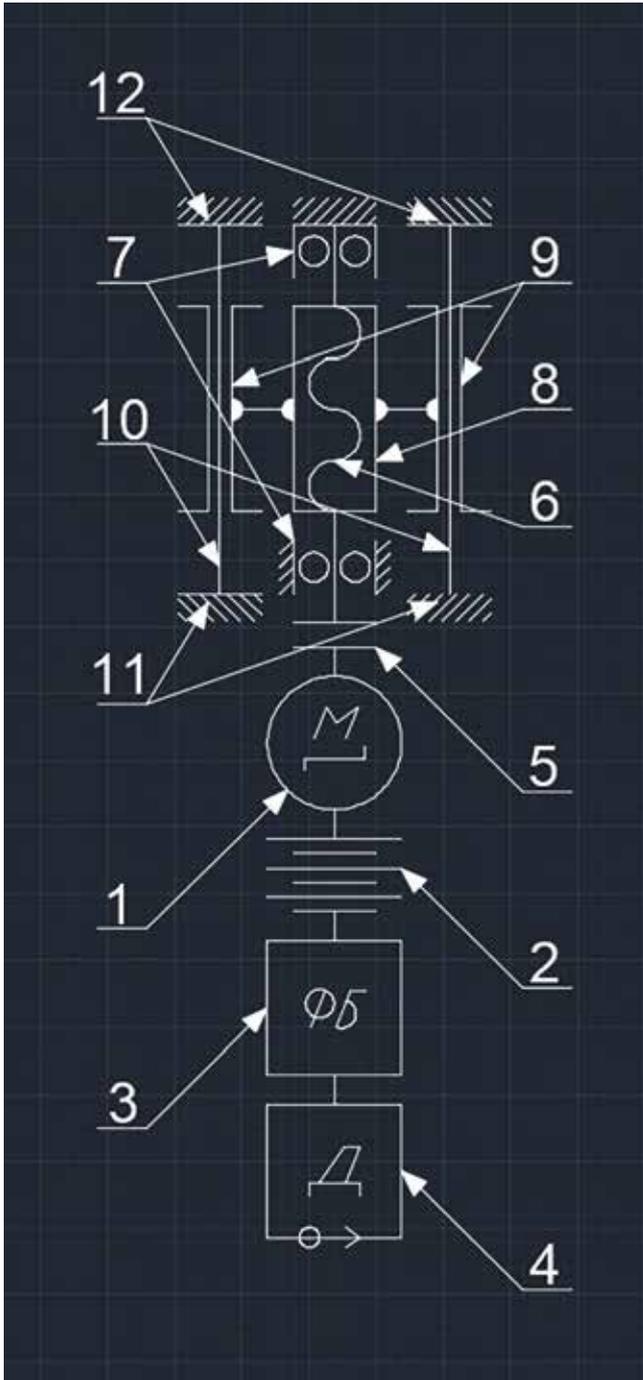
Таким образом, техническое решение для достижения проектных показателей может базироваться на физических моделях, описанных в главе 1, главе 2 и главе 6, подкреплённых техническими средствами автоматизации, базирующихся на конструктивных особенностях точек крепления кабелей и вееров на траловых досках.

В качестве базовых технических принципов управления траловой доской были взяты:

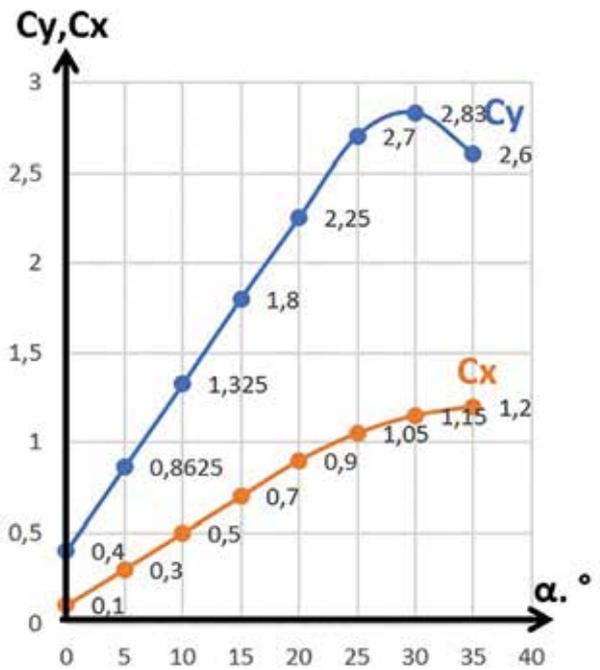
1. Продольное перемещение точек крепления кабелей;

2. Вертикальное перемещение точки крепления ваера.

Исходя из проведённого ранее описания перемещения точек крепления кабелей и перемещения точки крепления ваера, это позволит менять угол атаки траловой доски, а также задавать ей необходимый крен и деферент и, тем самым, управлять траловой системой в целом, включая его позиционирование в пространстве и величину раскрытия трала. Главной особенностью, разработанных автоматических средств, является то что регулировку можно производить непрерывно,



**Рисунок 16.** Схема автоматизированного механического блока управления тралом  
**Figure 16.** Diagram of an automated mechanical trawl control unit



**Рисунок 17.** Гидродинамические коэффициенты траловой доски удлинения 3  
**Figure 17.** Hydrodynamic coefficients of the trawl board elongation 3

а не единовременно на борту, оптимизируя в каждый момент времени, в соответствии с этапами траления, тем самым многократно увеличивая эффективность траления.

Всего на каждую траловую доску тралового комплекса, в штатные крепёжные отверстия, устанавливается три автоматизированных механических блока. Разберём устройство механических блоков.

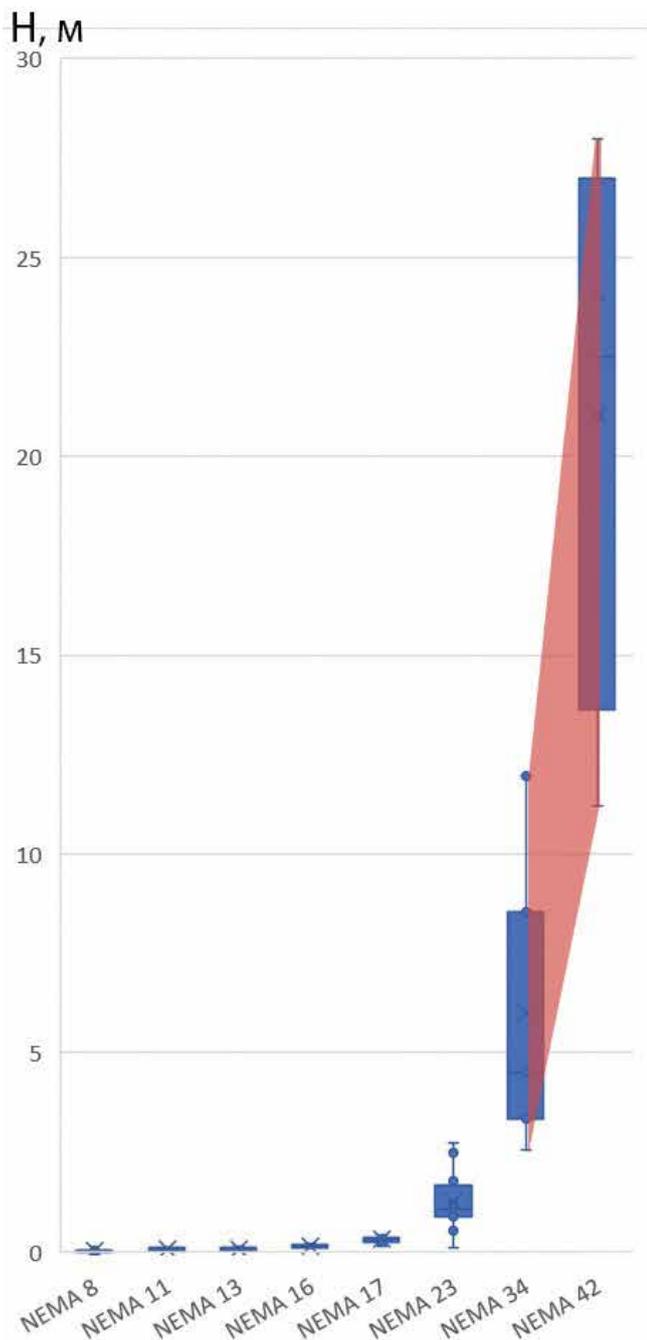
Схема разработанного автоматизированного механического блока представлена на рисунке 16.

На первой позиции схемы автоматизированного механического блока управления тралом изображён шаговый двигатель. Питание шагового двигателя осуществляется за счёт бортового литийного аккумулятора – позиция 2. Управление вращений шаговым двигателем осуществляется за счёт функционального блока 3. В функциональном блоке установлены логические микросхемы, опирающиеся, при задании вращения двигателя, на информацию с датчиков 4. При вращении шагового двигателя через герметичную муфту 5. При передаче вращения на червячный вал 6. Вал закреплён в корпусе при помощи подшипников 7. Через винтовую передачу 8 он преобразует вращательное движение электродвигателя в поступательное движение. Поступательное движение передаётся на линейные подшипники крепёжной каретки 9. Линейные подшипники закреплены на линейных валах 10. Линейные валы имеют жесткое крепление с корпусом установки 11 и 12.

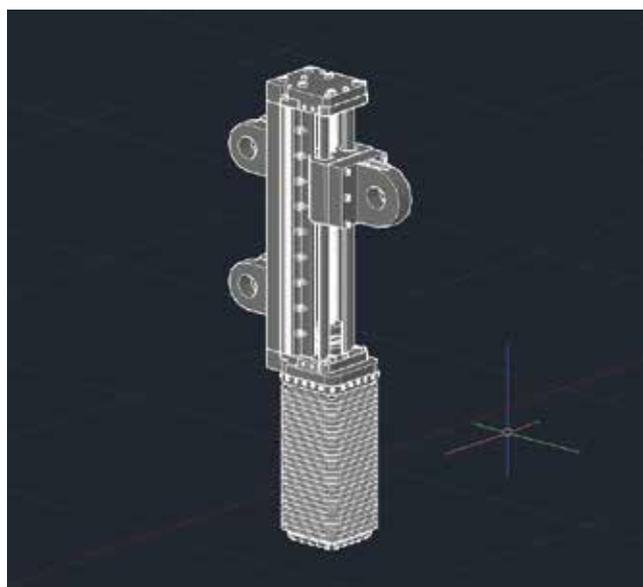
Автоматизированный механический ваерный блок монтируется вертикально в крепления план-

ки ваера. Автоматизированные механические кабельные блоки монтируются горизонтально на кабельную планку. Таким образом, они являются промежуточными звеньями между траловой доской, ваером и кабелями.

При работе шаговым двигателем необходимо обеспечивать работы с весовыми нагрузками эквивалентной массой траловых досок. На текущий момент наиболее эффективными траловыми досками являются траловые доски с коэффициентом удлинения 3, соотношения ее высоты к ширине, что позволяет уменьшить индуктивное сопротивление на оконечность траловой доски и достичь наилучшего гидродинамического качества. Гидро-



**Рисунок 18.** Характеристики шаговых двигателей  
Figure 18. Characteristics of stepper motors



**Рисунок 19.** Автоматизированный механический блок управления ваерным креплением траловой доски рыбопромыслового комплекса  
Figure 19. Automated mechanical control unit for the anchorage of the trawl board of the fishing complex

динамические коэффициенты данного типа траловых досок представлены на рисунке 17 [1; 2].

В соответствии с данными гидродинамическими коэффициентами, для обеспечения необходимой распорной силы для раскрытия натурального трала, необходимы будут доски площадью не менее 2 м<sup>2</sup>.

В таблице 1 представлены весовые характеристики траловой доски с удлинением 3 [3;4; 5].

Вес траловых досок варьируется в диапазоне от 100 кг до 3 тонн. Для проектируемого тралового комплекса вес траловой доски составляет 217 кг.

Конструкции автоматизированного механического блока управления трала и, в частности, шаговому двигателю придётся преодолевать при работе существенные нагрузки. На текущий момент серийно выпускаются восемь видов шаговых двигателей. На рисунке 18 представлены их характеристики.

Большинство из серий не подходят для автоматизации в промышленном рыболовстве, однако серии стандарта NEMA 34 и NEMA 42, обозначенные на графике красным, в совокупности с правильно подобранным, при удачной червячной передаче, способны развивать линейные усилия, превосходящие массу траловой доски. При КПД такой передачи 95% и шаге червячного вала 2 мм, 1 Нм шагового двигателя может продуцировать 2985 Н осевой силы. Таким образом, автоматизированные механические блоки управления тралом на базе NEMA 34 и NEMA 42 могут применяться на траловых досках площадью от 1 до 15 м<sup>2</sup>. В рамках текущего проекта были спроектированы блоки управления тралом на базе NEMA 42, с крутящим моментом 20 Нм, с шагом червячного вала 4 мм, что позволяет развивать линейное

**Таблица 1.** Весовые характеристики траловой доски с удлинением 3 /  
**Table 1.** Weight characteristics of a trawl board with an elongation of 3

Площадь, м <sup>2</sup>	Вес, кг
1,0	98
1,5	162
2,0	217
2,5	294
3,0	462
3,5	546
4,0	630
4,5	672
5,0	840
5,5	1092
6,0	1260
6,5	1512
7,0	1680
7,5	1848
8,0	1932
8,5	2016
9,0	2100
9,5	2184
10,0	2226
10,5	2268
11,0	2352
11,5	2520
12,0	2604
12,5	2688
13,0	2772
13,5	2856
14,0	2940
14,5	3024
15,0	3192

регулируемое усилие в 30 кН, так что они способны эксплуатироваться практически с любыми траловыми досками, применяемыми в промышленном рыболовстве.

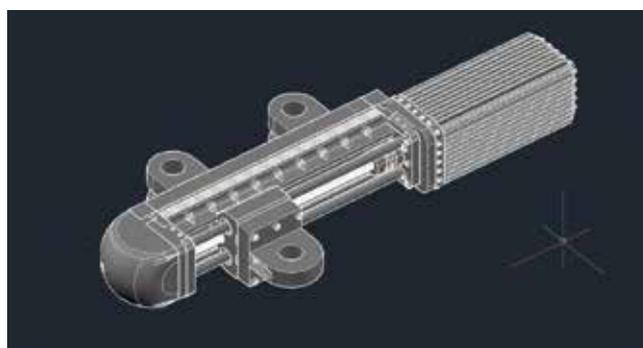
На рисунке 19 представлен автоматизированный механический блок управления ваерным креплением траловой доски рыбопромыслового комплекса.

На рисунке 20 представлен автоматизированный механический блок управления кабельным креплением траловой доски рыбопромыслового комплекса.

Конструкция блоков унифицирована, что улучшает их ремонтпригодность. Автоматизированный механический блок управления ваерным креплением обтекает потоком жидкости в поперечной плоскости, поэтому рёбра охлаждения корпуса электронного блока выполнены в поперечном исполнении. Автоматизированный механический блок управления кабельным креплением обтекает потоком жидкости в продольной плоскости, поэтому рёбра охлаждения корпуса электронного блока выполнены продольными. Также для улучшения гидродинамических свойств, при кабельном креплении, на носовую оконечность автоматизированного механического блока установлен обтекатель.

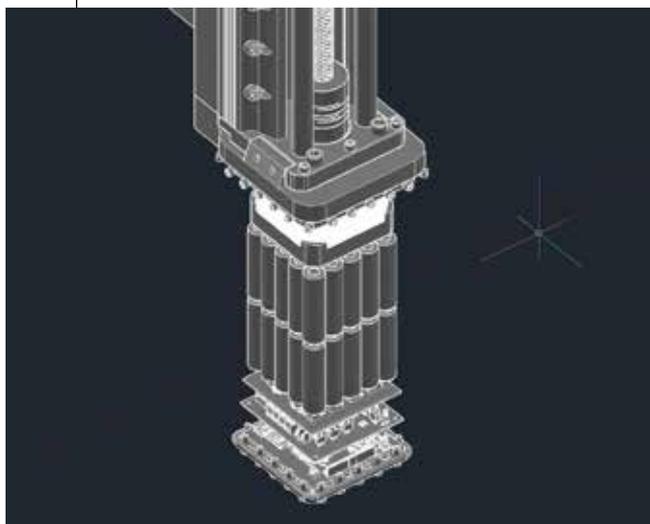
На рисунке 21 представлено внутреннее насыщение электронных блоков автоматизированной системой управления траловым комплексом.

Под шаговым двигателем NEMA 42 установлена аккумуляторная сборка из стандартизированных аккумуляторных ячеек серии 18650. Данный тип аккумуляторных ячеек хорошо зарекомендо-

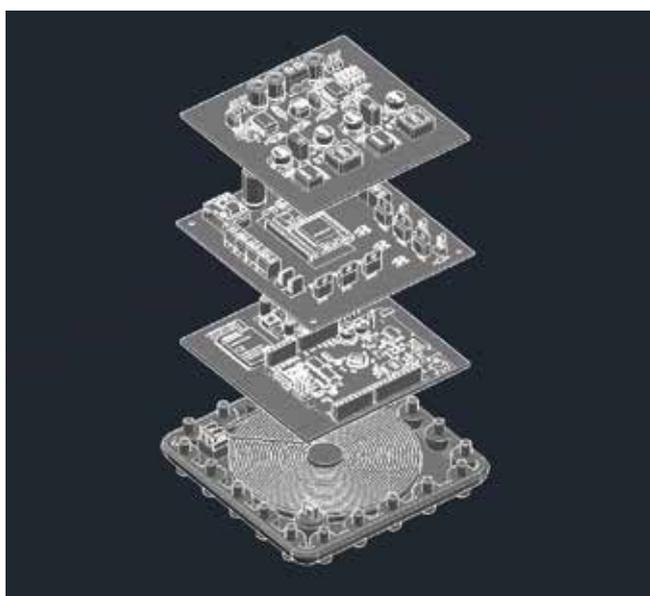


**Рисунок 20.** Автоматизированный механический блок управления кабельным креплением траловой доски рыбопромыслового комплекса  
**Figure 20.** Automated mechanical control unit for cable fastening of the trawl board of the fishing complex

вал себя в электромобилях и обладает высокими показателями емкости до 4200мАч, и мощности до 30А. Под аккумуляторным блоком установлена сборка из двух плат BMS с максимальным током 100 А обеспечивающих контроль аккумуляторного блока. Под платой BMS установлены платы управления шагового двигателя, плата управления внутренними реле и аппаратными датчиками на основе arduino mega 2560, а также – логическая операционная плата управления NVIDIA Jetson. Нижний отсек корпуса размещает катушку беспроводной зарядки, блоки беспроводной связи, датчики давления, инклинометр и гироскоп.



**Рисунок 21.** Внутреннее насыщение автоматизированного механического блока управления траловой системой  
**Figure 21.** Internal saturation of the automated mechanical control unit of the trawl system



**Рисунок 22.** Электронная часть насыщения автоматизированного механического блока управления траловой системой  
**Figure 22.** Electronic part saturation of the automated mechanical control unit of the trawl system

На рисунке 22 представлена электронная часть насыщения автоматизированного механического блока управления траловой системой.

Внутреннее насыщение механической части, представленное на рисунке 23, состоит из шагового двигателя, червячной передачи, линейных валов, крепёжных планок и болтовых соединений.

На рисунке 24 представлена траловая доска с установленной автоматизированной системой управления траловым комплексом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Произведём реальную картину на основаниях показателей трала, с установленной автоматизированной системой управления траловым комплексом и без неё.

В качестве объекта промысла возьмём минтай. Данная рыба обитает на сравнительно небольшой глубине равной 400 метрам. С текущими проектными характеристиками траловый комплекс способен добывать до 15 т рыбы за одно траление. При этом время траления варьируется в диапазоне от 40 до 70 мин., в качестве расчётного возьмём среднее время равное 55 минутам. Скорость траления при добыче минтая варьируется в диапазоне от 3,5 до 4,5 узлов, возьмём в качестве расчётного среднее значение равное 4 узлам. Скорость спуска трала лежит в диапазоне от 0,75 до 1,25 м/с, в качестве расчётной возьмём среднюю скорость спуска равную 1 м/с. Скорость выборки трала в диапазоне от 0,5 до 0,75 м/с, в качестве расчётной возьмём среднюю скорость выборки равную 0,6 м/с.

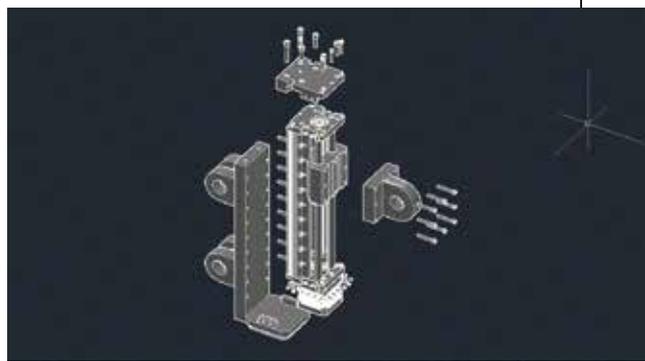
Без автоматизации промысловый цикл обусловлен следующими показателями. Сразу после спуска, находясь в абсолютно вертикальном положении, траловые доски выходят на рабочий угол атаки в  $30^\circ$  и начинают продуцировать распорную силу  $1 \times 10^4$  Н. Трал раскрывается до максимального показателя. При этом сопротивление трала достигает показателей  $8 \times 10^4$  Н, а сопротивление траловых досок –  $0,36 \times 10^4$  Н. Эти показатели сохраняются на всём диапазоне спуска, который длится 7 минут. Попутно происходит захват нецелевых гидробионтов, к моменту выхода на рабочий горизонт их величина достигает 2 тонны. После выхода на рабочий горизонт стравление ваеров прекращается и трал начинает двигаться в горизонтальной плоскости. Пройдя в рабочем горизонте около 5 км трал заполняется на 80%. Начинается подъём трала. При выборке он попутно захватывает около 3 т дополнительного прилова. Таким образом, из 15 т улова 5 т является нецелевым приловом, возвращаемым за борт, и остаётся 10 т котируемого целевого объекта промысла.

Рассмотрим промысловый цикл с установленной системой автоматизированного управления траловым комплексом. После спуска трала кабельные блоки автоматики отодвигают крепление кабелей в крайнее положение к оконечности траловой доски. Траловая доска вместо рабочего положения угла атаки выставляется на нулевой угол атаки. При этом сила, продуцируемая траловой доской, падает с рабочей  $1 \times 10^4$  Н до  $0,14 \times 10^4$  Н. Гидродинамическое сопротивление траловых досок при этом падает с  $0,36 \times 10^4$  Н до  $0,04 \times 10^4$  Н. Трал полностью смыкает устье и его сопротивление падает с  $8 \times 10^4$  Н до  $1,6 \times 10^4$  Н. Блок ваерной автоматики приподнимает блок ваерного крепления, траловая доска разворачивается из вертикального положения в горизонтальное и начинает работать на заглубливание, перенаправляя остаточную силу  $0,14 \times 10^4$  Н в вертикальную плоскость, вниз. За счёт этого скорость заглубливания увеличивает-

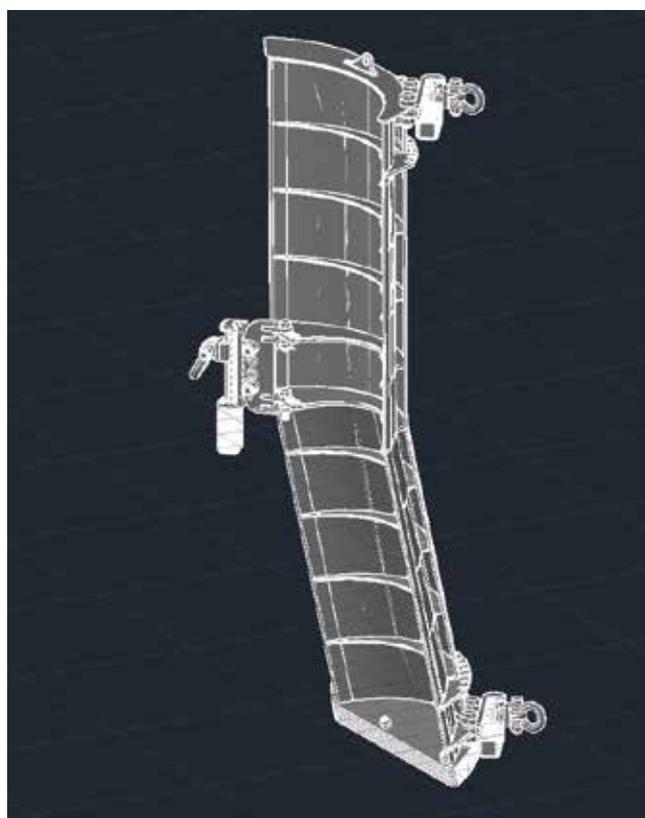
ся на 14% и достигает 1,14 м/с, что сокращает время спуска. При достижении рабочего горизонта автоматика возвращает крепление ваера в рабочее положение, и доска принимает вертикальное положение. Блоки управления кабельными креплениями пододвигают крепление кабелей ближе к носу до достижения траловой доской рабочего угла атаки. Траловая доска начинает продуцировать распорную силу  $1 \times 10^4$  Н, трал раскрывается на 100%. Происходит облов целевого объекта промысла. Трал заполняется на 15 тонн. После этого автоматика кабельных креплений отодвигает крепление кабелей в крайнее положение к задней оконечности траловой доски. Угол атаки падает до нулевого значения. Сила на траловых досках уменьшается до  $0,14 \times 10^4$  Н. Устье трала смыкается, что препятствует потере улова и сокращает сопротивление трала до  $1,6 \times 10^4$  Н. Автоматика ваерных креплений понижает высоту ваера, что приводит к развороту траловой доски вовнутрь и настройке её на всплытие. Из вертикального положения они переходят в горизонтальное, так что остаточная гидродинамическая сила  $0,14 \times 10^4$  Н направлена вверх. Это ускоряет выборку трала на 14%. Таким образом удаётся достичь сокращения времени траления на 9%, увеличить объём добычи целевого гидробионта за одно траление в абсолютном выражении на 5 т, а в относительном – на 33%. Средние показатели суммарного гидродинамического сопротивления траловых досок и трала сокращаются с  $9 \times 10^4$  Н до  $5 \times 10^4$  Н, что в относительном выражении составляет 60%. Контроль раскрытия трала абсолютный и выражается 100% полным раскрытием в рабочем режиме и 0% смыканием на нецелевых горизонтах кода. Среднее сопротивление траловых досок сократилось с  $0,36 \times 10^4$  Н до  $0,2 \times 10^4$  Н, что в относительном выражении составило 55%. Таким образом, удалось достичь существенного увеличения как рентабельности, так и экологичности промысла, и в полной мере реализовать концепцию бережливого природопользования и бережливого производства.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Вуд К.Д. Техническая аэродинамика / К.Д. Вуд // М.: Ученые записки ЦАГИ. – ЦАГИ, 1938. – 252с.
1. Wood K.D. Technical aerodynamics / K.D. Wood // M.: Scientific notes of TsAGI. – TsAGI, 1938. – 252 p.
2. Карпенко В.П. Исследование гидродинамических характеристик распорных траловых устройств / В.П.Карпенко // Тр. ЦНИИ-ТЭИРХ. Промышленное рыболовство. – М., 1973. – Т. 2. – С. 47-49.
2. Karpenko V.P. Investigation of hydrodynamic characteristics of spacer trawling devices / V.P.Karpenko // Tr. TSNITEIRH. Industrial fishing. – M., 1973. – Т. 2. – Pp. 47-49.
3. Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства / Фридман А.Л. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 379 с.
3. Friedman A.L. Theory and design of tools for industrial fishing / Friedman A.L. – M.: Light and food industry, 1981. – 379 p.
4. Hampidjan trawl doors// [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hampidjan.is/products/fishing/trawl-doors/> (дата обращения: 06.03.2016).



**Рисунок 23.** Внутреннее насыщение механической части автоматизированного блока управления траловой системой  
**Figure 23.** Internal saturation of the mechanical part of the automated control unit of the trawl system



**Рисунок 24.** Траловая доска с установленной автоматизированной системой управления траловым комплексом  
**Figure 24.** A trawl board with an installed automated control system for the trawl complex

4. Hampidjan trawl doors// [Electronic resource]. URL: <http://www.hampidjan.is/products/fishing/trawl-doors/> / (accessed: 06.03.2016).
5. Thyborøn Pelagic Trawldoors // [Электронный ресурс]. URL: <http://thyboron-trawldoor.dk/products/pelagic-trawldoors/> (дата обращения: 06.03.2016).
5. Thyborøn Pelagic Trawldoors // [Electronic resource]. URL: <http://thyboron-trawldoor.dk/products/pelagic-trawldoors> (accessed: 06.03.2016).

**Ключевые слова:**  
изменение линейных характеристик, полиамид, полипропилен, технология хранения, полиэтилен

**Keywords:**  
change in linear characteristics, polyamide, polypropylene, storage technology, polyethylene

## Динамика изменения линейных характеристик канатов в процессе их хранения в различных условиях

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-90-96

Аспирант **Савченко А.Е.** – сектор орудий лова лаборатории промысловой гидроакустики, технологий лова и технических средств аквакультуры;  
Доктор технических наук, профессор **М.А. Мизюркин** – главный научный сотрудник;  
**Д.Л. Шабельский** – Ведущий специалист;  
**Н.Л. Ваккер** – Ведущий специалист;  
Канд. техн. наук **В.М. Волотов** – Ведущий научный сотрудник – Сектор орудий лова лаборатории промысловой гидроакустики, технологий лова и технических средств аквакультуры Тихоокеанского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО («ТИНРО»))

@ tral-azimut@mail.ru,  
mizmih@mail.ru,  
dmitriy.shabelsky@tinro-center.ru,  
nikita.vakker@tinro-center.ru,  
victor.volotov@tinro-center.ru

### DYNAMICS OF CHANGE OF LINEAR CHARACTERISTICS OF ROPES IN THE PROCESS OF THEIR STORAGE UNDER VARIOUS CONDITIONS

Postgraduate student **Savchenko A.E.** – Fishing Gear sector of the Laboratory of Commercial Hydroacoustics, fishing technologies and aquaculture equipment; Doctor of Technical Sciences, Professor **M.A. Mizyurkin** – Chief Researcher; **D.L. Shabelsky** – Leading specialist; **N.L. Wacker** – Leading Specialist; Candidate of Technical Sciences **V.M. Volotov** – Leading Researcher – Fishing Gear Sector of the Laboratory of Commercial Hydroacoustics, Fishing Technologies and Aquaculture Equipment of the Pacific Branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (Pacific Branch of VNIRO (TINRO))

An analysis was made of the change in the linear characteristics of ropes made of polyamide, polypropylene and polyethylene, which were divided into three groups. Each group included the above ropes. With these groups, the storage technology was simulated during the year under various conditions.

#### ВВЕДЕНИЕ

Практика разноглубинного тралового промысла показывает, что, при ведении безаварийных тралений, одним тралом можно работать несколько лет. В эти годы тралы хранятся в различных условиях (на палубе судна, в складских помещениях (рис. 1) и под открытым небом (рис. 2) на необорудованных площадках. В ходе проведенных ранее исследований линейных характеристик элементов трала, формирующих его оболочку, выяснилось, что в процессе длительной эксплуата-

ции и хранения происходят изменения шага ячеи и длины канатных элементов, как в сторону увеличения, так и – уменьшения [1]. Канатные элементы и сетные пластины современных тралов в основном изготовлены из полиамида, полипропилена и полиэтилена. Мы предположили, что, под воздействием морской воды и солнечных лучей, в материалах, из которых изготовлены тралы, происходят некие структурные изменения, влияющие на линейные размеры элементов трала [2]. Любое изменение

длины элементов трала приводит к изменению геометрических параметров трала и селективных качеств тралового мешка. В связи с этим провели исследования по выявлению характера воздействия факторов окружающей среды на деформацию канатных элементов трала в процессе эксплуатации и хранения в различных условиях в течение года.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период со 2 февраля 2021 г. по 18 февраля 2022 г. были проведены исследования изменений линейных характеристик канатов, разбитых на три группы, изготовленных из полиамида (ПА), полипропилена (ПП) и полиэтилена (ПЭ). В каждую группу входили вышеперечисленные канаты. С этими группами имитировали технологию хранения в течение года в различных условиях. Стандартные метровые отрезки на всех испытуемых канатах изготавливали из сухого материала в помещении с постоянной положительной температурой и постоянной влажностью.

Группа 1, состоящая из 30 отрезков, взята контрольной, не подвергалась воздействию морской воды, солнечных лучей и продолжала храниться в металлическом ангаре, в котором температура и влажность воздуха зависели от параметров внешней среды.

Следующие две группы четверо суток выдерживали в ёмкости с морской водой, которая находилась в помещении фабрики орудий лова. После этого образцы канатов вынимали из воды и промеряли их, при нагрузке 5 кг [3], непосредственно в помещении фабрики при температуре воздуха 10,90С. В дальнейшем, при определении относительного удлинения отрезков канатов, среднюю длину отрезков, полученную в помещении фабрики при нагрузке 5 кг, брали за эталон и с ней сравнивали результаты промеров канатов. По завершении промеров всех канатов обеих групп их снова поместили еще на трое суток в ёмкость с морской водой. После этого образцы канатов вынимали из воды и промеряли их при нагрузке 238 кг, что составляло 39,0% от разрывной нагрузки для полиамида, 43,3% – для полипропилена и 59,5% – для полиэтилена. Следует отметить, что, при работе с полиэтиленовыми канатами, в начале эксперимента два первых каната не выдержали нагрузку в 238 кг и разорвались, хотя разрывная нагрузка для полиэтиленового каната диаметром 6 мм составляет 400 кг [4]. В дальнейшем с полиэтиленовыми канатами работали с нагрузкой 119 кг, что составляло 29,8% от разрывной нагрузки, заявленной в справочнике. Далее отрезки освобождали от нагрузки и хранили на открытом воздухе под воздействием на них всех метеорологических условий (температура, влажность, туман, снег, дождь и т.д.). При этом канаты группы 2 были размещены так, что на них не попадали солнечные лучи. На канаты группы

Осуществлен анализ изменения линейных характеристик канатов, изготовленных из полиамида, полипропилена и полиэтилена, разбитых на три группы. В каждую группу входили вышеперечисленные канаты. С этими группами имитировали технологию хранения в течение года в различных условиях.

3 воздействовали вышеперечисленные метеорологические условия и солнечные лучи (рис. 3).

Изменения средних длин полиамидных канатов, при нагрузке 5 и 238 кг, в группе 2, осуществленных в помещении фабрики орудий лова 10 и 13 февраля, соответственно, составили 245,9 мм и 241,7 мм в группе 3. Для полипропиленовых канатов, при этих нагрузках, изменения средних длин составили 68,2 и 68,3 мм, соответственно. Изменения средних длин полиэтиленовых канатов, при нагрузке 5 и 119 кг, в группе 2 составили 90,3 и 87,9 мм в группе 3. Начиная с 13 февраля 2021 г. на образцы группы 2, согласно методике эксперимента, не попадали солнечные лучи, а на группу 3 воздействовали все метеорологические условия и солнечные лучи.

В дальнейшем канаты, хранящиеся в ангаре и под открытым небом, промеряли через определенные промежутки времени (не реже 2 раз в месяц) непосредственно на месте их



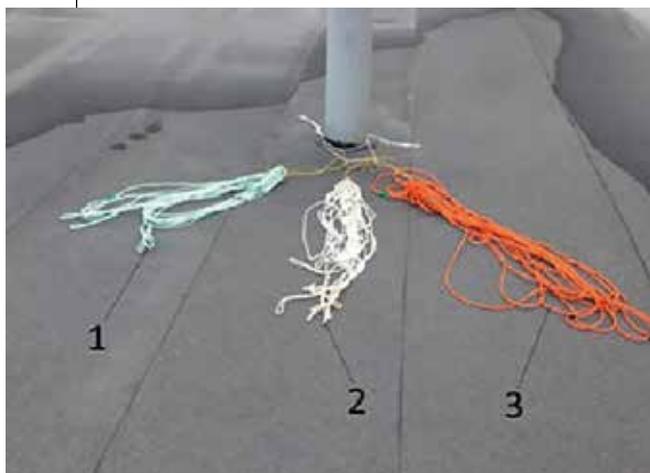
**Рисунок 1.** Хранение орудий лова в складских помещениях

Figure 1. Storage of fishing gear in warehouses



**Рисунок 2.** Хранение орудий лова под открытым небом на необорудованных площадках

Figure 2. Storage of fishing gear in the open air on unequipped sites



**Рисунок 3.** Имитация хранения образцов канатов под открытым небом, где: 1 – канат полипропиленовый; 2 – канат полиамидный; 3 – канат полиэтиленовый

**Figure 3.** Imitation of storing rope samples in the open air, where: 1 – polypropylene rope; 2 – polyamide rope; 3 – polyethylene rope

расположения (рис. 4) при нагрузке 5 кг [3], фиксируя, во время эксперимента, температуру и влажность воздуха, а в интервале между экспериментами заносили в журнал наблюдений суточные изменения погодных условий, используя информацию из интернета.

Исследования изменений линейных характеристик отрезков канатов были разбиты на два этапа. На первом этапе промеры канатов осуществляли в те дни, когда в ночное время отмечались отрицательные температуры. Второй этап характеризовался положительными температурами в процессе их хранения и эксплуатации.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На рисунке 5 показаны изменения среднего значения длин полиамидных канатов, в сравнении с контрольной группой, которые хранились в металлическом ангаре: группа 1, группа 2 – это полиамидные канаты на которые не попадали солнечные лучи, и группа 3 – это полиамидные канаты, на которые воздействовали все гидрометеорологические факторы, в том числе и солнечные лучи. На первом этапе наблюдений с 3 февраля по 23 марта среднее значение длины полиамидного каната группы 1 удлинились на 7,2 мм. В дальнейшем, при нарастании дневных температур от  $-7,9$  до  $4,2^{\circ}\text{C}$  и изменения влажности от 48 до 65%, среднее значение длины полиамидного каната увеличивалось от 1010,2 до 1014,1 мм.

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, температура в ангаре изменялась от  $4,5$  до  $25,5^{\circ}\text{C}$ , а влажность варьировала от 40 до 91%.

Среднее значение длины полиамидного каната группы 1, с увеличением темпера-

туры, возрастало с 1011 до 1020,9 мм. Максимальное удлинение каната группы 1 отмечено 19 июля, при температуре воздуха в ангаре  $23,5^{\circ}\text{C}$  и влажности 91%, оно составило 9,9 мм по сравнению с промерами, проведенными 8 апреля, когда температура в ангаре была  $4,5^{\circ}\text{C}$ , а влажность – 40% (рис. 5). В дальнейшем, со 2 августа и по 13 сентября, при температуре воздуха в ангаре  $25,5-16,0^{\circ}\text{C}$  и влажности 78-54%, практически не наблюдалось изменений средней длины канатов. 28 сентября отмечено увеличение средней длины канатов на 1,2 мм, но при этом температура воздуха и влажность в ангаре были близки по значению с предыдущим периодом. В дальнейшем, с понижением температуры в сентябре-октябре, отмечали уменьшение



**Рисунок 4.** Измерение длины образцов канатов, где: 1 – рулетка; 2 – верхняя марка; 3 – нижняя марка; 4 – груз массой 5 кг

**Figure 4.** Measuring the length of rope samples, where: 1 – tape measure; 2 – upper grade; 3 – lower grade; 4 – cargo weighing 5 kg

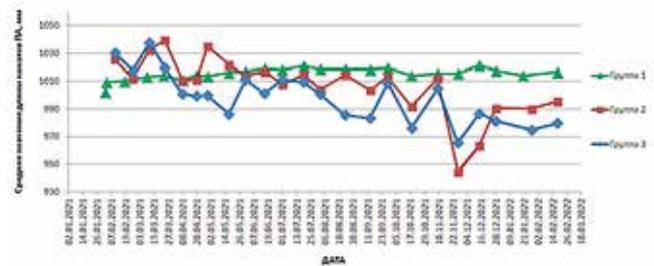
средней длины полиамидных канатов группы 1. Промеры 9 ноября показали некоторое увеличение длины канатов на 1,3 мм, в сравнении с предыдущим промером, хотя при этом температура в ангаре понизилась на 1,9°C, а влажность повысилась на 3%.

Начиная с 10 ноября установились отрицательные температуры и увеличилась интенсивность осадков в виде дождя и мокрого снега. В период измерений с 26 ноября по 18 февраля дневные температуры изменялись от -4,4 до -14,6 °С, а влажность – от 39 до 61%. 14 декабря отмечено некоторое удлинение канатов на 5,7 мм, по сравнению с 26 ноября. В дальнейшем погодные условия стабилизировались и до конца измерений средняя длина канатов практически не менялась.

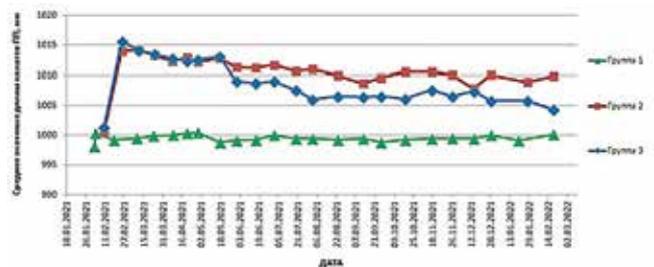
Обобщая в целом характер изменения средней длины полиамидных канатов группы 1, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 1009,4 мм, а в феврале 2022 г. – 1016,7 мм, т.е. произошло удлинение средней длины полиамидных канатов на 7,3 мм, что составило 0,7%.

Промеры полиамидных канатов группы 2 на первом этапе, при отрицательных ночных температурах, осуществили 25 февраля, 11 и 24 марта. В этот период наблюдений погодные условия сопровождались большим количеством осадков в виде снега или снега с дождем, и исследуемые образцы канатов были влажными. Средние значения длин полиамидных канатов в группе 2 показали последовательное увеличение длины от 1012 до 1039 мм (рис. 5).

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, среднее значение длины полиамидного каната группы 2, с увеличением температуры и изменением влажности, варьировало в существенных пределах. В начале эксперимента, 8 и 20 апреля, средняя длина канатов составляла порядка 1011 мм при температурах 4,5-11,0°C и влажности 40-37%, соответственно, показав уменьшение средней длины на 28 мм по сравнению с промером 24 марта. В следующем промере 29 апреля отмечено заметное удлинение канатов на 25 мм, оно составило 1035,1 мм (рис. 5). Такое удлинение полиамидных канатов, на наш взгляд, произошло за счет намокания, так как с 24 по 27 апреля шли дожди при плотном тумане. Перед следующим промером 17 мая продолжались дожди и держался туман до 15 мая включительно. В дальнейшем, до дня следующего промера, установилась солнечная погода, канаты успели немного просохнуть, но не до конца. При этом их длина уменьшилась на 13,2 мм и в среднем составила 1021,9 мм. В последующие дни промеров, с повышением температуры, происходило уменьшение длины промеряемых канатов. 16 июня и 19 июля во время промеров отмечали повышенную влажность канатов, что привело к их удлинению



**Рисунок 5.** Изменение среднего значения длины полиамидных канатов при их имитации хранения в различных условиях  
**Figure 5.** Change in the average length of polyamide ropes during their simulated storage under various conditions



**Рисунок 6.** Изменение среднего значения длины полипропиленовых канатов при их имитации хранения в различных условиях  
**Figure 6.** Change in the average length of polypropylene ropes during their simulated storage under various conditions

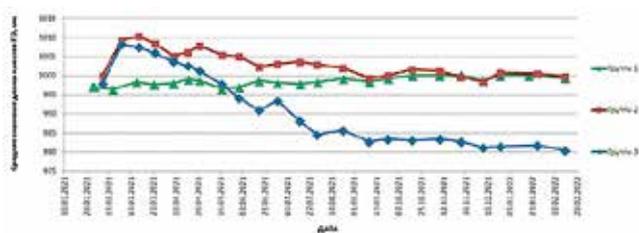
нию по сравнению с сухими канатами. Промер 2 августа показал наименьшую среднюю длину канатов за счет того, что в предшествующие дни перед промером стояла солнечная погода без осадков и тумана. Средняя длина каната составила 1003,4 мм при температуре 27,5°C и влажности 59%. Перед следующим измерением полиамидных канатов 23 августа в течение двух суток шли обильные дожди, и средняя длина канатов на момент промеров увеличилась на 10,5 мм. В промежутке между 23 августа и 13 сентября была переменная облачность, практически без осадков, и средняя длина канатов уменьшилась на 11,2 мм. За сутки перед промерами 28 сентября прошел сильный дождь, намочив канаты, и их средняя длина увеличилась на 9,8 мм. Перед промерами 18 октября в течение 3 суток стояла ясная погода без осадков, и во время промеров канаты были сухими и их длина уменьшилась на 21,8 мм. Промерам 9 ноября предшествовал сильный дождь, который шел в течение двух суток, и канаты были мокрыми, их длина увеличилась на 18,8 мм.

Как отмечено выше, с началом отрицательных температур, 10 ноября, прошли обильные осадки в виде ледяного дождя, что привело к намоканию канатов и их промерзанию. За счет этого средняя длина канатов,

во время промеров 26 ноября, уменьшилась на 67,5 мм и составила 944,5 мм. В дальнейшем погодные условия стабилизировались, канаты оттаяли и подсохли и их средняя длина, при промерах 28 декабря, составила 990,8 мм, а 20 января – 990,3 мм. В день заключительного промера, 18 февраля, шел снег и образцы группы 2 канатов были присыпаны снегом, что привело к увеличению их длины на 5,2 мм.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полиамидных канатов группы 2, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 1012,1 мм, а в феврале 2022 г. – 995,5 мм, т.е. произошло уменьшение средней длины полиамидных канатов на 16,6 мм, что составило 1,6%.

Результаты исследований среднего значения длины полиамидных канатов группы 3, при имитации хранения под открытым небом, представлены на рисунке 5. На первом этапе наблюдений, при отрицательных ночных температурах, 25 февраля, 11 и 24 марта было отмечено как увеличение длины поли-



**Рисунок 7.** Изменение среднего значения длины полиэтиленовых канатов при их имитации хранения в различных условиях

**Figure 7.** Change in the average length of polyethylene ropes during their simulated storage under various conditions

амидных канатов между промерами 25 февраля и 11 марта на 20,3 мм, так и укорочение на 18,3 мм при последующем измерении 24 марта.

На втором этапе наблюдений при положительных температурах, в период с 8 апреля по 9 ноября, среднее значение длины полиамидного каната группы 3, с увеличением температуры и изменением влажности, варьировало в существенных пределах. Так, в период измерений с 8 апреля по 17 мая отмечено уменьшение средней длины канатов на 17,3 мм. В следующем временном интервале отмечен рост средней длины канатов на 24,8 мм, потом уменьшение на 10 мм, при измерении 16 июня, и снова рост, при измерении 1 июля, на 10,3 мм. В дальнейшем, с 1 июля по 13 сентября, наблюдалось длительное уменьшение средней длины полиамидных канатов на 28 мм. Далее, при измерении 28 сентября, отмечено увеличение

на 25,3 мм, а 18 октября – уменьшение на 32,5 мм. На момент последнего измерения, при положительных температурах воздуха, средняя длина полиамидных канатов группы 3 составила 1005 мм, что привело к удлинению канатов на 28,7 мм. Столь существенные колебания средней длины полиамидных канатов можно объяснить изменениями гидрометеорологических условий в период наблюдений, которые подробно изложены выше при описании промеров канатов группы 2.

Как отмечено выше, с началом отрицательных температур, 10 ноября прошли обильные осадки в виде ледяного дождя, что привело к намоканию канатов и их промерзанию. За счет этого средняя длина канатов во время промеров 26 ноября уменьшилась на 39,6 мм и составила 965,4 мм. Когда погодные условия стабилизировались, канаты оттаяли и подсохли и их средняя длина при промерах 14 декабря составила 986,9 мм. Последующие два промера отмечали уменьшение средней длины канатов до 975 мм. В день заключительного промера, 18 февраля, шел снег и образцы группы 2 были присыпаны снегом, что привело к увеличению их длины на 4,7 мм.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полиамидных канатов группы 3, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 1017,5 мм, а в феврале 2022 г. – 979,7 мм, т.е. произошло уменьшение средней длины полиамидных канатов на 37,8 мм, что составило 3,7%.

Изменение среднего значения длины полипропиленовых канатов, при их имитации хранения в различных условиях, показаны на рисунке 6. На первом этапе наблюдений, с 3 февраля по 23 марта, среднее значение длины полипропиленового каната, хранящегося в металлическом ангаре (группа 1), удлинилось на 2,2 мм. В дальнейшем, при нарастании дневных температур от - 7,9 до 4,2°C и изменения влажности от 48 до 65%, среднее значение длины полипропиленовых канатов практически не менялось. При этом отмечено некоторое удлинение полипропиленового каната 9 марта при температуре воздуха 2,2°C и влажности 65%.

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, среднее значение длины полипропиленового каната, хранящегося в металлическом ангаре, при изменении температуры и влажности в отмеченных пределах, практически не менялось. Изменения в сторону уменьшения или удлинения происходили в пределах 1-2 мм (рис. 6), что сравнимо с ошибкой измерения. При этом для полипропилена максимальное значение 1000,4 мм отмечено 29 апреля при температуре 9°C и влажности 72%, а минимальное значение 998,8 мм – 17 мая при температуре 16°C и влажности 53%. В дальнейшем, до 9 ноября, средняя длина полипропилена изменялась в пределах 1 мм.

С началом отрицательных температур и ухудшением погодных условий, как отмечено выше, изменение средней длины полипропиленовых канатов практически не происходило. Только 20 января 2022 г. средняя длина канатов уменьшилась на 0,9 мм по сравнению с промерами 28 декабря.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полипропиленовых канатов группы 1, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г. составила 1000,3 мм, а в феврале 2022 г. – 1000,1 мм, т.е. практически не изменилась.

Последующие промеры полипропиленовых канатов, хранящихся в тени (группа 2), на первом этапе при отрицательных ночных температурах, осуществили 25 февраля, 11 и 24 марта. В этот период наблюдений погодные условия сопровождались большим количеством осадков в виде снега или снега с дождем и исследуемые образцы канатов 2 группы, находящейся в тени, как и третьей, находящейся под открытым небом, были влажными. При этом изменения средних значений длин полипропиленовых канатов были незначительными – в пределах 1-2 мм.

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, промеры среднего значения длины полипропиленовых канатов группы 2 показали, что изменения температуры в сторону увеличения или уменьшения и колебания влажности практически не влияют на изменения их линейных размеров (рис. 6). Максимальный средний размер 1012,9 мм был отмечен 20 апреля при температуре 11°C и влажности 37%. Минимум средней длины 1008,7 мм зафиксирован 13 сентября при температуре 19,3°C и влажности 50%.

С началом отрицательных температур с 10 ноября и ухудшением погодных условий, как отмечено выше, средняя длина канатов группы 2, при измерении 14 декабря, уменьшилась на 2,2 мм и в последующем, до 18 февраля 2022 года, практически не менялась.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полипропиленовых канатов канатов группы 2, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 1014 мм, а в феврале 2022 г. – 1009,8 мм, т.е. произошло уменьшение средней длины полиамидных канатов на 4,2 мм, что составило 0,4%.

Промеры полипропиленовых канатов группы 3, хранящихся под открытым небом при отрицательных ночных температурах (рис. 6), показали, что изменения средних значений длин полипропиленовых канатов были незначительными – в пределах 1-2 мм с тенденцией уменьшения средней длины канатов. На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, отмечено, что изменения температуры и колебания влажности

самых канатов оказывают некоторое влияние на их линейные размеры (рис. 6). Уменьшение средней длины полипропиленовых канатов отмечено в период наблюдений с 8 апреля по 18 октября, когда максимальная средняя длина составила 1012,8 мм, а минимальная – 1006,1 мм.

С началом отрицательных температур, с 10 ноября, и ухудшением погодных условий, как отмечено выше, средняя длина канатов группы 3, при измерении 26 ноября 2021 г. и в последующем 18 февраля 2022 г., отмечено уменьшение средней длины канатов с 1006,6 до 1004,3 мм

Обобщая в целом характер изменения средней длины полипропиленовых канатов канатов группы 3, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 1015,6 мм, а в феврале 2022 г. – 1004,3 мм, т.е. произошло уменьшение средней длины полиамидных канатов на 11,3 мм, что составило 1,1%.

На рисунке 7 показаны изменения среднего значения длин полиэтиленовых канатов при их имитации хранения в различных условиях. Как отмечено в методике, после контрольных промеров, заготовленных отрезков канатов, в лабораторных условиях 2 февраля 2021 г. их поместили в металлический ангар и на следующий день, при температуре 16,3°C и влажности 40%, осуществили первый промер образцов канатов, находящихся в условиях, близких к условиям окружающей среды.

На первом этапе измерений, с 3 февраля по 23 марта, полиэтиленовый канат (группа 1) показал незначительное укорочение среднего значения длины на 0,1 мм. В дальнейшем, при нарастании дневных температур от - 7,9 до 4,2°C и изменения влажности от 48 до 65%, среднее значение длины полиэтиленовых канатов существенно не менялось. При этом отмечено некоторое удлинение полиэтиленового каната 9 марта на 1,8 мм при температуре воздуха 2,2°C и влажности 65%.

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, среднее значение длины полиэтиленового каната (группа 1), хранящегося в металлическом ангаре, имело тенденцию к увеличению. При этом 17 мая отмечено незначительное укорочение средней длины канатов до 996,6 мм (рис. 7).

С началом отрицательных температур с 10 ноября и ухудшением погодных условий, как отмечено выше, в группе 1, при измерении с 26 ноября 2021 г. по 18 февраля 2022 г., практически не отмечено изменения средней длины полиэтиленовых канатов. При этом в интервале между 26 ноября и 14 декабря 2021 г. произошло уменьшение средней длины каната на 1,4 мм.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полиэтиленовых канатов канатов

группы 1, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов, при первом измерении в феврале 2021 г., составила 997,1 мм, а в феврале 2022 г. – 999,4 мм, т.е. произошло увеличение средней длины полиамидных канатов на 2,3 мм, что составило 0,2%.

Последующие промеры полиэтиленовых канатов группы 2 на первом этапе, при отрицательных ночных температурах, осуществили 25 февраля, 11 и 24 марта. В этот период наблюдений погодные условия сопровождались большим количеством осадков, и исследуемые образцы канатов группы 2, находящиеся под открытым небом, были влажными. При этом изменения средних значений длин полиэтиленовых канатов были в пределах 1-2 мм (рис. 7). Максимальное значение средней длины канатов 1010,4 мм было отмечено 11 марта 2021 года.

На втором этапе наблюдений, в период с 8 апреля по 9 ноября, среднее значение длины полиэтиленовых канатов группы 2 показали, что изменения температуры и колебания влажности практически не влияют на их линейные размеры, также как и у полипропиленовых канатов (см. рис. 6). Некоторое уменьшение средней длины полиэтиленовых канатов отмечено в период наблюдений с 29 апреля по 13 сентября, когда максимальная средняя длина составила 1007,9 мм, а минимальная – 999,4 мм, при температуре 11,9 и 19,3°C и влажности 46 и 50%, соответственно (рис. 7). На этапе с 28 сентября по 9 ноября 2021 г. отмечено как незначительное увеличение, так и уменьшение средней длины канатов.

С началом отрицательных температур, с 10 ноября и ухудшением погодных условий, как отмечено выше, при измерении с 26 ноября 2021 г. по 18 февраля 2022 г., практически не отмечено изменений средней длины полиэтиленовых канатов группы 2. Отклонения средней длины канатов в ту или другую сторону были практически в пределах ошибки измерения.

Результаты исследований среднего значения длины полиэтиленовых канатов группы 3, при имитации хранения под открытым небом, представлены на рисунке 7. Для этих канатов отмечено постепенное уменьшение средней длины как при отрицательных, так и при положительных температурах воздуха в период исследований с февраля 2021 по февраль 2022 года. Из графика видно (рис. 7), что у этих канатов отмечается постепенное уменьшение средней длины в период наблюдений.

Обобщая в целом характер изменения средней длины полиэтиленовых канатов группы 3, можно отметить, что в течение года средняя длина канатов в начале эксперимента была 1008,2 мм, а в конце – 980,5 мм, т.е. укорочение составило 27,7 мм, что соответствует 2,7%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнивая средние значения длин полиамидных (рис. 5), полипропиленовых (рис. 6) и полиэтиленовых канатов (рис. 7), при имитации хранения в различных условиях, можно отметить, что канаты, хранящиеся в металлическом ангаре (группа 1) в меньшей степени подвержены изменениям их длины от гидрометеорологических условий в период наблюдений, тогда, как канаты, находящиеся в тени (группа 2) и под открытым небом (группа 3), показали некоторые изменения длин в сторону уменьшения, что зависело в основном от влияния на них осадков (группа 2) и солнечных лучей с осадками (группа 3).

Значения длин канатов групп 2 и 3 в период наблюдений были выше, чем у канатов группы 1. Подобное произошло из-за того, что канаты групп 2 и 3 перед началом эксперимента несколько суток выдерживались в морской воде и были подвержены нагрузкам, после чего были размещены в соответствующих условиях, как описано в методике эксперимента.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Савченко А.Е., Мизюркин М.А., Кручинин О.Н., Шабельский Д.Л., Ваккер Н.Л., Захаров Е.А. Исследование линейных характеристик ячеи и канатных элементов, формирующих оболочку трала 104/576 м // мат-лы VI Междунар. науч. – техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021а. – С. 125-137.
1. Savchenko A.E., Mizyurkin M.A., Kruchinin O.N., Shabelsky D.L., Wacker N.L., Zakharov E.A. Investigation of linear characteristics of mesh and rope elements forming the shell of the trawl 104/576 m // mat-ly VI International Scientific – technical. conf. of students, postgraduates and young scientists. – Vladivostok: Dalrybvтуz, 2021a. – Pp. 125-137.
2. Савченко А.Е., Мизюркин М.А., Шабельский Д.Л., Захаров Е.А., Ваккер Н.Л. Исследование удлинения канатов, применяемых в современных тралях, в процессе имитации хранения и эксплуатации в холодное время года // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021б. – С. 41-48.
2. Savchenko A.E., Mizyurkin M.A., Shabelsky D.L., Zakharov E.A., Wacker N.L. Investigation of the elongation of ropes used in modern trawls in the process of imitation of storage and operation in the cold season // Scientific and practical issues of fisheries regulation: materials of International Scientific and Technical. conf. – Vladivostok: Dalrybvтуz, 2021b. – Pp. 41-48.
3. Войниканис-Мирский В.Н. Технология постройки орудий промышленного рыболовства. – М.: Пищ про-сть, 1971. – 272 с.
3. Voynikanis-Mirsky V.N. Technology of construction of tools for industrial fishing. – М.: Food Industry, 1971. – 272 p.
4. Справочник по сетеснастным материалам и промышленному вооружению. – Владивосток: НПО Дальрыбсистемотехника, 1989. – 211 с.
4. Handbook of netting materials and commercial weapons. – Vladivostok: NPO Dalrybssystemotekhnika, 1989. – 211 p.



**Таблица. Модельный ряд / Table. Model range**

Показатель	Модель компрессора					
	SRT218	SRT314	SRT321	SRT324	SRT413	SRT415
Частота вращения вала компрессора, об/мин	2950/3550					
Производительность 1-й ступени, м³/ч	120/144	222/267	320/384	430/516	530/636	630/759
Производительность 2-й ступени, м³/ч	50/60	106/127	143/172	167/200	210/252	250/300
Хладагент	R22, R404A, R507					
Электропитание: напряжение, В частота, Гц	380~415/220, 380, 440, 460			380~415/380, 440, 460		
Номинальная мощность электродвигателя, кВт	22	37	55	75	90	110
Всасывающий патрубок, дюйм (мм)	25/8"(67)			4"(105)		
Нагнетательный патрубок, дюйм (мм)	15/8"(42)		25/8"(67)		31/8"(79)	
Регулирование производительности, % от номинала	50, 100		25, 50, 100 (ступенчатое) 25-100 (плавное)			
Смазка	За счет разности давлений					

Применение двухступенчатых схем при низкотемпературном охлаждении позволяет значительно снизить энергозатраты на производство холода. При низких температурах кипения и высоких перепадах давления (одноступенчатое сжатие) падает объемный КПД, заметно снижается массовый расход хладагента и критически уменьшается COP.

При одноступенчатом сжатии эффективность рассчитывается по формуле

$$\epsilon_s = (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1)$$

где  $\epsilon_s$  – холодильный коэффициент при одноступенчатом сжатии;  $h$  – энтальпия в соответствующих точках холодильного цикла, кДж/кг (рис. 3, а).

При двухступенчатом сжатии

$$\epsilon_d = (h_1 - h_6) / ((h_2 - h_1) + ((h_2 - h_5) / (h_3 - h_5)) (h_4 - h_3))$$

где  $\epsilon_d$  – холодильный коэффициент при двухступенчатом сжатии;  $h$  – энтальпия в точках цикла, кДж/кг (рис. 3, б). Из приведенных диаграмм видно, что эффективность двухступенчатого сжатия значительно выше.

Бесспорно, основным достоинством двухступенчатых винтовых компрессоров является энергетическая эффективность, которая на 30%-40% выше в сравнении с одноступенчатыми винтовыми компрессорами при низкотемпературном применении. Сравнение COP различных компрессоров, работающих на R404A, приведено на рис. 3. Кроме того, такие компрессоры имеют и ряд других преимуществ по сравнению с поршневыми и одноступенчатыми винтовыми компрессорами:



- простота двухступенчатой схемы и значительное снижение требований по контролю;
- низкий уровень шума и высокая защищенность от гидроудара;
- возможность работы при температурах кипения до -65 °C;
- возможность объединения нескольких компрессоров в один агрегат при необходимости больших мощностей.

**Рисунок 3.** Сравнительная таблица (1 – двухступенчатый холодильный винтовой компрессор Fusheng серии SRT, 2 – двухступенчатый поршневой компрессор, 3 – одноступенчатый винтовой компрессор, 4 – одноступенчатый поршневой компрессор)

**Figure 3.** Comparative table (1 – two-stage cooling screw compressor Fusheng SRT series, 2 – two-stage reciprocating compressor, 3 – single-stage screw compressor, 4 – single-stage reciprocating compressor)

**По вопросам сотрудничества обращайтесь в официальное представительство компании Fusheng в России. Наши партнёры по расчёту и агрегатированию холодильного оборудования на базе компрессоров Fusheng указаны на сайте компании <https://fusheng.ru/> Fusheng в России также представлен обширной сервисной сетью и технической поддержкой высококвалифицированных специалистов.**

**Адрес: Московская область, г. Долгопрудный, Технопарк Лихачевский, Лихачевский проезд д.8, офис 216  
Тел.: 8 (499) 394-19-92 | <https://fusheng.ru/> | email: [info@inref.su](mailto:info@inref.su)**

## Формирование вкуса комбинированных рыбных фаршей в процессе кулинарной обработки

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-99-103

Доктор технических наук, профессор **А.Т. Васюкова**; аспирант **К.В. Кривошонов** – Московский государственный университет пищевых производств  
 Доктор химических наук, профессор **М.Д. Веденяпина**; Доктор химических наук, профессор **В. В. Кузнецов** – Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук; магистр **Б.С. Твердохлеб** – Московский государственный университет пищевых производств

@ vasyukova-at@yandex.ru; krivoshonok@gmail.com; mvedenyapina@yandex.ru; kuz@ioc.ac.ru

### Ключевые слова:

<sup>1</sup>H-ЯМР, продукты питания, качество, обработка, анализ, оптимизация

### Keywords:

<sup>1</sup>H-NMR, food, quality, processing, analysis, optimization

### FORMATION OF THE TASTE OF COMBINED MINCED FISH IN THE PROCESS OF CULINARY PROCESSING

Doctor of Technical Sciences, Professor **A.T. Vasyukova**; PhD student **K.V. Krivoshonok** – Moscow State University of Food Production  
 Doctor chem. Sciences, Professor **M.D. Vedenyapina**; Doctor chem. Sciences, Professor **V.V. Kuznetsov** – Institute of Organic Chemistry, N. D. Zelinsky Russian Academy of Sciences, Master's Degree **B.S. Tverdokhle** – Moscow State University of Food Production

The purpose of the study is to form the taste of combined minced fish and ready-made culinary products. Low-field nuclear magnetic resonance (<sup>1</sup>H-NMR) have been accepted widely as a non-destructive analytical technique in food processing technology to their sensitivity, non-invasiveness, rapidness, and cost-effectiveness. Moreover, the ability to provide real-time information on products during and after processing has been linked to the use of thice analytical technique. Timely information on quality parameters in food processing provided by online monitoring using <sup>1</sup>H-NMR may increase the quality of the product, improve operation process, and enhance production economy in food field. In this review, the use of online <sup>1</sup>H-NMR in food processing techniques, such as freezing, frying, fermentation, and internal quality analysis, is explored. Limitations and need for further development are outlined.

Технология обработки наиболее распространенных промысловых видов рыб развивается в двух направлениях: разработка способов изготовления из них традиционных видов продукции и получение обезличенной белково-содержащей продукции, такой как изоляты белка, гидролизаты, пищевая рыбная мука, белковая масса, фарши и др. Наиболее перспективным

признано производство пищевого рыбного фарша и создание на его основе различных видов фаршированной и структурированной продукции. Особо важное значение придается использованию маломасштабных не жирных рыб, что позволяет направлять дополнительные массы сырья на выработку пищевых продуктов вместо применения его в кормовых целях [5].

Для комплексной переработки рыбного сырья, обеспечивающей высокую степень использования съедобной части, перспективным является производство фарша и различных изделий на его основе. Причем наиболее высокими функциональными свойствами обладает фарш, полученный из свежеевыловленного или охлажденного сырья, в том числе из рыб прибрежного лова.

При производстве рыбных фаршей и кулинарных изделий из него возникает задача улучшения их функционально-технологических свойств и органолептических показателей качества, которые могут быть решены путём применения различных вкусоароматических добавок и дополнительного растительного сырья.

Таким образом, переработка рыбного сырья, путем получения полуфабрикатов и кулинарных изделий определенной вкусовой гаммы, является актуальной.

**Цель исследований** – формирование вкуса комбинированных рыбных фаршей и готовых кулинарных изделий.

Рыбное филе, фарши и котлеты, до момента приготовления образцов, хранились в холодильнике. Для приготовления образцов для ЯМР-спектроскопии от каждого исходного образца филе, фарша и котлет было отобрано ~300-400 мг в эппендорф. Точная масса исходного образца была измерена и зафиксирована. Затем проводилась гомогенизация образцов. К гомогенизированным образцам в эппендорфе добавляли 1,5мл воды (mQ) и проводили водную экстракцию в течение часа при температуре +4°C. Затем центрифугировали образцы при комнатной температуре 15 минут на величине ускорения 2000 g. Далее отбиралось 540 мкл (микролитров) водной фракции сверху пробирки и переносилось в 5-мм ампулу. В ампулу добавлялось 60 мкл 1,5 М (молярный) фосфатного буфера (приготовленного на D2O) для получения в итоговом образце 150 mM (мили моль) фосфатного буфера с pH 7,0. Кроме того, в буфере содержался 10 mM DSS (референса для 1H-ЯМР), содержание которого в итоговом образце составило 1mM. DSS использовался в качестве референса для определения концентраций интересующих веществ. До момента снятия спектров ампулы с образцами хранились в холодильнике при температуре +4°C.

Спектры <sup>1</sup>H-ЯМР были получены на приборе AVANCE-III-700 (Bruker) с рабочей частотой 700 МГц. Спектры снимались при температуре 25°C.

Обработка ЯМР-спектров проводилась с использованием программы Chenomx. Была проведена корректировка фазы спектра и корректировка базовой линии. Затем, с помощью программы, были определены пики, относящиеся к следующим веществам: аланин, ацетат, креатин, диметиламин (ДМА), триметиламин (ТМА), триметиламино-N-оксид (ТМАО), глюкоза, лактат. После этого были рассчитаны концентрации веществ, исходя из величины сигнала для пика DSS, концентрация которого в каждом образце составляла 1mM (мили моль).

Далее была проведена нормировка полученных концентраций на массу исходного вещества в каждом образце. После этого концентрации были приведены к значению микрограмм исследуемого веще-

Цель исследования – формирование вкуса комбинированных рыбных фаршей и готовых кулинарных изделий. Протонный ядерный магнитный резонанс (далее аббревиатура - <sup>1</sup>H-ЯМР) получил широкое признание в качестве неразрушающего аналитического метода в технологии пищевой промышленности, благодаря своей чувствительности, неинвазивности, скорости и экономической эффективности. Кроме того, возможность предоставления информации о продуктах, в режиме реального времени – во время и после обработки, была связана с использованием этого аналитического метода. Своевременная информация о параметрах качества в пищевой промышленности, предоставляемая онлайн-мониторингом с использованием <sup>1</sup>H-ЯМР, может повысить качество продукта, улучшить производственный процесс и повысить экономичность производства в пищевой промышленности. В этом обзоре рассматривается использование онлайн-<sup>1</sup>H-ЯМР в технологиях обработки пищевых продуктов, таких как замораживание, жарка, ферментация и внутренний анализ качества. Обозначены ограничения и необходимость дальнейшего развития.

ства на грамм исходного вещества филе, фарша или котлет. Данные по концентрациям найденных веществ идентифицировали и по каждому из веществ были построены гистограммы для сравнения их содержания в различных образцах [1-3; 19].

Количественная спектроскопия ядерного магнитного резонанса <sup>1</sup>H-ЯМР (далее - ЯМР) для физико-химического анализа, помимо известных идентификационных возможностей, сочетает уникальный комплекс достоинств: простая пробоподготовка и экспрессность, универсальность и прецизионность, возможность относительного и абсолютного количественного определения компонентов без СО. Однако ее применение в РФ ограничено. Работа содержит попытку расширения использования метода путем разработки новых – быстрых, эффективных и экономичных подходов к идентификации и определению содержания компонентов рыбного сырья, их адаптации к наиболее доступным для производственного использования спектрометрам ЯМР, создание гибридных алгоритмов скрининга образцов методом ЯМР.

В результате проведенных исследований, методом ЯМР, рыбных фаршей из пикши, трески, серебристого хека и минтая нам удалось получить спектры экстрактивных веществ данного сырья: аланина, ацетата, креатина, ДМА, ТМА, ТМАО, глюкозы, лактата. Спектры с отнесением сигналов приведены на рисунках 1-3. После этого были рассчитаны концентрации веществ, исходя из величины сигнала для пика DSS, концентрация которого в каждом образце составляла 1mM (мили моль), и проведения последующей обработки.

Данные по концентрациям найденных веществ приведены в таблице 1.

Количественное содержание летучих оснований определяется при оценке свежести охлажденной, мороженой рыбы, наряду с определением наличия H<sub>2</sub>S

и NH<sub>3</sub>. При определении этого показателя из общего количества летучих азотистых оснований выделяют содержание триметиламина (ТМА), как наиболее токсичного компонента. В свежей, только что уснувшей, рыбе содержание летучих оснований – 15-17 мг%, в том числе ТМА – до 2,5 мг% у морской рыбы и до 0,5 мг% – у пресноводной. Следует, однако, заметить, что количество летучих оснований для рыб разных видов строго индивидуально. Накопление этих веществ в мясе вызывает появление неприятного запаха [1-3; 6].

В проведенных исследованиях установлено (табл. 1), что максимальное количество ТМА у пикши (0,06 мкг/г), а минимальное – у хека серебристого (0,01 мкг/г). Незначительно отличается от него минтай (0,02 мкг/г), хотя в сыром филе концентрация ТМА в них в 3-6 раз меньше, чем у пикши.

Введение в фарш добавок из пассированного лука, пюре образной моркови, муки кукурузной и нутовой при изготовлении полуфабрикатов оказали незначительное влияние на изменение ТМА. Концентрация его изменилась на 0,01-0,03 мкг/г, в зависимости от вида и концентрации добавки. Однако тепловая обработка оказала глубокие воздействия на экстрактивные вещества и, в частности, на триметиламин, концентрация которого увеличилась в 10 раз, по сравнению с контролем в образцах с мукой из зерновых и бобовых культур. Даже при невысокой концентрации добавки (1-3%) наблюдаются существенные изменения.

Триметиламиноксид (ТМАО) – NO (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> – относится к группе аммониевых оснований. Считают, что это соединение нетоксичное, но при его распаде, в процессе хранения рыбных продуктов или во время тепловой обработки, появляется специфический рыбный запах. В данных исследованиях наблюдается снижение ТМАО во всех образцах при термической обработке в пароконвектомате при температуре +180°C 10-12 минут в режиме запекания без пара.

При распаде белков образуются свободные аминокислоты, которые также влияют на органолептические показатели рыбных продуктов. К ним можно отнести: гистидин, аргинин, аланин, креатин. Креатин для рыб является физиологически важным компонентом мышц [1-6].

Углеводы в мускулатуре рыбы превышают 1%, представлены в основном гликогеном (животным крахмалом). При распаде гликогена (гидролизе или фосфоролизе) образуются глюкоза, пировиноградная и молочная кислоты. Гликоген участвует в процессах созревания рыбы при посмертных изменениях, посоле, вялении. Чем больше гликогена, тем полнее процесс созревания, тем ароматнее и вкуснее готовая продукция [6].

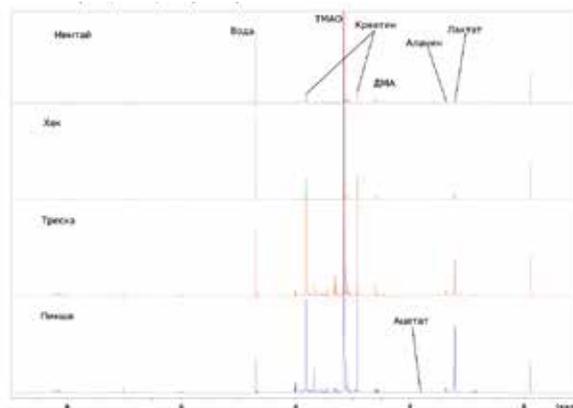
Глюкоза – продукт распада гликогена, как редуцирующий моносахар она может вступать в реакции с аминокислотами – продуктами гидролиза белков, с образованием сложных химических комплексов – меланоидинов. Это обычно наблюдается в процессе термической обработки рыбы: при варке, сушке, вялении рыбы. Меланоидины придают темноватый цвет поверхности продукта (при контакте с кислородом), приятный аромат и сладковатый вкус – бульонам из рыбы. Поэтому простые углеводы относят к экстрактивным соединениям рыбы [6]. Получен-

ные нами образцы имели сладковатый вкус, что положительно отмечено дегустаторами.

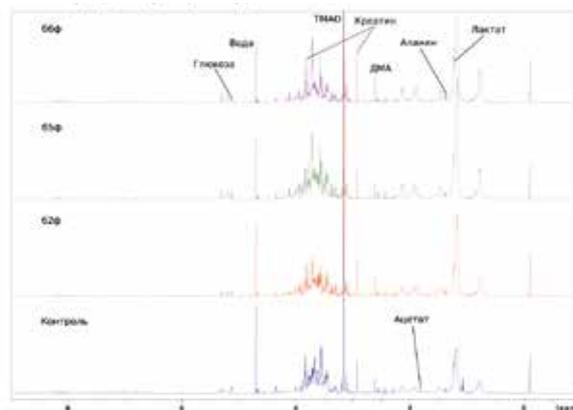
Исследованиями установлено, что максимальное количество ДМА содержит треска (0,82 мкг/г), а минимальное – хек серебристый (0,31 мкг/г). Минтай и пикша по концентрации ДМА практически подобны (0,43-0,46 мкг/г, соответственно). Кроме того, пикша и треска содержат большее количество ТМАО (21,46 и 23,11 мкг/г, соответственно). Концентрация ТМАО в двух других исследуемых рыбах в 4,8-7,0 раз меньше, чем у трески и хека серебристого и составляет 3,28-4,84 мкг/г, соответственно.

Размораживание рыбного сырья и приготовление фарша, непродолжительное хранение и изготовление полуфабрикатов с различными добавками растительного сырья привели к росту ДМА, ацетата, креатина, этанола, глюкозы, лактата, ТМА, ТМАО, аланина. Кроме того, аромат усиливается при тепловой обработке.

Применение БАД функционального назначения (спирулина, сублимированный укроп) и термически обработанных овощных масс (пассированный лук



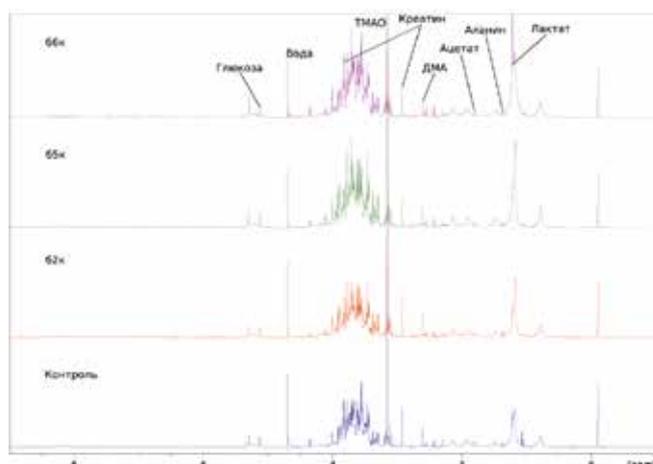
**Рисунок 1.** <sup>1</sup>H-ЯМР-спектры водных экстрактов рыбных филе (D<sub>2</sub>O)  
**Figure 1.** <sup>1</sup>H-NMR spectra of aqueous extracts of fish fillets (D<sub>2</sub>O)



**Рисунок 2.** <sup>1</sup>H-ЯМР-спектры водных экстрактов рыбных фаршей  
**Figure 2.** <sup>1</sup>H-NMR spectra of aqueous extracts of minced fish

**Таблица 1.** Содержание экстрактивных веществ в рыбном сырье и фаршевых изделиях, мкг/г / **Table 1.** Content of extractive substances in fish raw materials and minced products, mcg/g

Наименование образцов	Ацетат	Креатин	Диметиламин	Этанол	Глюкоза	Лактат	Триметиламин	Триметиламин N-оксид	Аланин
рыбное филе (сырое)									
Пикша	0,47	17,92	0,46		0,60	15,95	0,06	21,46	1,06
Треска		12,66	0,82		0,08	6,45	0,03	23,11	0,93
Хек		2,83	0,31			1,15	0,01	4,84	0,13
Минтай		1,60	0,43			0,71	0,02	3,28	0,21
рыбный фарш (сырой)									
Контроль (минтай)	0,53	4,49	1,06	4,64	4,06	5,28	0,03	8,01	0,54
образец 2		4,39	1,37		8,71	5,85	0,05	7,88	0,81
образец 5		3,69	1,18		7,36	5,74	0,03	7,33	0,80
образец 6		4,57	1,45		3,57	3,97	0,04	8,76	0,84
рыбные котлеты (готовые)									
Контроль (минтай)	0,53	3,33	0,94	2,93	9,59	3,10	0,04	6,05	0,38
образец 2	0,45	3,93	1,54		21,54	3,34	0,14	8,56	0,65
образец 5	0,51	2,68	1,13		20,56	2,18	0,17	5,89	0,48
образец 6	0,60	2,33	0,88		12,49	15,92	0,04	5,47	0,63



**Рисунок 3.**  $^1\text{H}$ -ЯМР-спектры водных экстрактов рыбных котлет

**Figure 3.**  $^1\text{H}$ -NMR spectra of aqueous extracts of fish cutlets

и морковное пюре) и крупяных добавок (кукурузная и нутовая мука), а также запекание в пароконвектомате со сметанным и сметанном соусе с томатом приводит к инактивации рыбного запаха. Концентрация ТМАО в готовом образце снизилась в 1,6 раза, по сравнению с полуфабрикатом. Полученные запеченные рыбные котлеты имели приятный аромат запеченного продукта с румяной корочкой и сочной консистенции [2; 6].

Высокий спрос на качественные и безопасные пищевые продукты стимулирует поиск инновационных технологий в пищевой науке.

К недостаткам существующей или обычной технологии можно отнести и отношение их чувствительности, селективности, экономичности и своевремен-

ность. В идеале аналитический метод должен основываться на работоспособности, инвазивности, простоте использования и может быть настроен для работы в режиме реального времени без необходимости дополнительной калибровки [8]. В связи с этим количественная природа магнитного резонанса ( $^1\text{H}$ -ЯМР) с детальным анализом и ненавязчивой основой делают методы не только исключительно мощными, но также подходящими для онлайн-идентификации и характеристики пищевой ценности для промышленности, дающей представление о механизме и кинетике процесса в режиме реального времени.

Органолептические показатели пищевых продуктов, в т.ч. свойства, вкус, аромат, цвет, свежесть и питательные свойства являются ключевыми элементами, влияющими на выбор и приемлемость потребителей продуктов питания. Следовательно, общее улучшение качества пищевых продуктов, таких как безопасность, питательная ценность, ограничение по времени и минимизация производственных затрат всегда была приоритетом в большинстве технологий пищевой промышленности [9; 13].

В настоящее время в этой области ведутся многочисленные исследования, изучаются более сложные методы для возможного применения в пищевой промышленности. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) является фундаментальным аналитическим методом в науке о продуктах питания [11], который, в основном, сгруппирован в НЧ-ЯМР и НР-ЯМР (ядерный магнитный резонанс), при этом LF-NMR опирается, в основном, на спектры ЯМР и метод МРТ [11].

Следовательно, НЧ-ЯМР и МРТ служат полезной альтернативой существующим точным и селективным методам оценки свойств воды, ее распределения и состояния в пище, что косвенно отражает качество пищи. LF-ЯМР был успешно применен при оценке и отслеживании изменения качества мышечной

ткани пищевых продуктов и фруктов, а также – овощей при их переработке. Фактически, метод был применен для онлайн количественного и качественного анализа (Hills, 2006; van Duynhoven et al., 2007; Norton и др. 2008 г.; Zientek et al. 2016; Capitani et al. 2017, Song et al (2018b) [7; 12; 14; 15; 18; 20] установили, что НЧ-ЯМР и МРТ также применяются для сокращения времени высухания и неравномерного распределения влаги, участия в сушке «Abalone» и смогли проследить изменение подвижности воды в материале. Gudjónsdóttir и др. (2011) [10] использовали НЧ-ЯМР для определения влияния различных факторов, которые произошли во время предварительного посола и заморозки креветок. Известны LF-применения ЯМР для мониторинга изменений качества хека при хранении в заморозке (Sánchez-Alonso et al. 2012; Sánchez-Alonso et al. 2014) [16; 17].

### ВЫВОДЫ

Основываясь на вышеупомянутой литературе, появление онлайн <sup>1</sup>H-ЯМР доказали свою эффективность в пищевой промышленности. <sup>1</sup>H-ЯМР может предоставить количественную информацию о химическом составе физических свойствах пищи, может визуализировать внутренние ткани пищи. Использование <sup>1</sup>H-ЯМР показало, что чрезмерная или недостаточная обработка пищевых продуктов может повлиять на конечный результат. Кроме того, задержки выборки и традиционный метод анализа продукта, в процессе его приготовления, удлиняют время процесса и могут привести к ошибкам в полученных результатах. Выявленные процессы: изменение состава продукта, введенные добавки, неоднократное замораживание и оттаивание сырья, воздействие тепловой обработки определенным образом влияют на вкус и аромат готового продукта. Снижение запаха, отрицательно влияющего на качество кулинарного изделия, зависит от компонентов рецептуры, изменяющих не только состав пищи, но и оказывающих взаимное влияние на инактивацию вкусо-ароматических веществ.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Васюкова А.Т. Производства рыбных фаршевых блюд и кулинарных изделий / А.Т. Васюкова, В.Р. Давыдова, Г.В. Еременко // Сб. науч. тр. ДКИ. – Донецк, 1993. – с. 105
1. Vasyukova A.T. Production of minced fish dishes and culinary products / A.T. Vasyukova, V.R. Davydova, G.V. Eremenko // Sb. науч. tr. DKI. – Donetsk, 1993. – p. 105
2. Васюкова А. Разработка рецептуры специализированных рыбных блюд с улучшенными органолептическими показателями для питания детей / А. Васюкова, К. Кривошонов // Цифровое общество: образование, наука, карьера, 2021. – с. 188-198.
2. Vasyukova A. Development of a recipe for specialized fish dishes with improved organoleptic indicators for feeding children / A. Vasyukova, K. Krivoshonok // Digital society: education, science, career. – 2021. – Pp. 188-198.
3. Васюкова А.Т. Биогенные амины в рыбных полуфабрикатах и кулинарных изделиях / А.Т. Васюкова, К.В. Кривошонов, Ю.И. Сидоренко // Рыбное хозяйство. – 2022. – №1. – С. 95-102. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-95-102
3. Vasyukova A.T. Biogenic amines in fish semi-finished products and culinary products / A.T. Vasyukova, K.V. Krivoshonok, Yu.I. Sidorenko

// Fisheries. – 2022. – No. 1. – Pp. 95-102. DOI 10.37663/0131-6184-2022-1-95-102

4. Васюкова А.Т., Кривошонов К.В., Веденяпина М.Д., Кузнецов В.В. Моделирование системы оценки «индекса несъедемости» в школьной столовой на примере рыбных блюд // Рыбное хозяйство. – 2022. – №2. – с. 88-100. DOI 10.37663/0131-6184-2022-2-88-100
4. Vasyukova A.T., Krivoshonok K.V., Vedenyapina M.D., Kuznetsov V.V. Modeling of the evaluation system of the "inedibility index" in the school cafeteria on the example of fish dishes // Fisheries. – 2022. – No. 2. – Pp. 88-100. DOI 10.37663/0131-6184-2022-2-88-100
5. Стаценко Е.С. Разработка рецептур и технологии кулинарных изделий на основе комбинированного рыбного фарша. Дисс. к.т.н., Владивосток, 2004. – 164 с.
5. Statsenko E.S. Development of recipes and technologies of culinary products based on combined minced fish. Diss. Candidate of Technical Sciences, Vladivostok, 2004. – 164 p.
6. Химический состав рыбы (2022). <https://znaytovar.ru/new2869.html>
6. Chemical composition of fish (2022). <https://znaytovar.ru/new2869.html>
7. Capitani D., Sobolev A.P., Di Tullio V., Mannina L., & Proietti N. Portable NMR in food analysis. // Chemical and Biological Technologies in Agriculture. – 2017. – 4(1). – p.17
8. Dalitz F., Cudaj M., Maiwald M., & Guthausen G. Process and reaction monitoring by low-field NMR spectroscopy. Progress in nuclear magnetic resonance spectroscopy. – 2012. 60. – Pp.52-70.
9. Erikson U., Standal I. B., Aursand I. G., Veliyulin E., & Aursand M. Use of NMR in fish processing optimization: a review of recent progress. Magnetic Resonance in Chemistry. – 2012. – 50(7). – Pp.471-480.
10. Gudjónsdóttir M., Jónsson Á., Bergsson A. B., Arason S., & Rustad T. Shrimp processing assessed by low field nuclear magnetic resonance, near infrared spectroscopy, and physicochemical measurements—the effect of polyphosphate content and length of prebrining on shrimp muscle. Journal of food science. – 2011. – 76(4). – Pp. 357-367.
11. Fan K., Zhang M. Recent developments in the food quality detected by non-invasive nuclear magnetic resonance technology. // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2018. – Pp.1-12.
12. Hills B. Applications of low-field NMR to food science. Annual reports on NMR spectroscopy, Elsevier. – 2006. – 58. – Pp.177-230.
13. Lund D. Predicting the impact of food processing on food constituents. // Journal of food engineering. – 2003. – 56(2-3). – Pp. 113-117.
14. Norton T., & Sun D.-W. Recent advances in the use of high pressure as an effective processing technique in the food industry. // Food and Bioprocess Technology. – 2008. – 1(1). – Pp. 2-34.
15. Song Y., Zang X., Kamal T., Bi J., Cong S., Zhu B., & Tan M. Real-time detection of water dynamics in abalone (*Haliotis discus hannai Ino*) during drying and rehydration processes assessed by LF-NMR and MRI. // Drying Technology. – 2018b. – 36(1). – Pp.72-83.
16. Sánchez-Alonso I., Martínez I., Sánchez-Valencia J., & Careche M. Estimation of freezing storage time and quality changes in hake (*Merluccius merluccius*, L.) by low field NMR. // Food chemistry. – 2012. – 135(3). – Pp. 1626-1634.
17. Sánchez-Alonso I., Moreno P., & Careche M. Low field nuclear magnetic resonance (LF-NMR) relaxometry in hake (*Merluccius merluccius*, L.) muscle after different freezing and storage conditions. Food chemistry. – 2014. – 153. – Pp. 250-257.
18. Van Duynhoven J.P., Maillet B., Schell J., Tronquet M., Goudappel G.J.W., Trezza E., Bulbarelo A., & van Dusschoten D. A rapid benchtop NMR method for determination of droplet size distributions in food emulsions. // European journal of lipid science and technology. – 2007. – 109(11) – Pp. 1095-1103.
19. Vasyukova A.T., Krivoshonok K.V., Tokareva T.Yu., Talbi Mounir, Popov V Study of the kinematic viscosity of the suspension // Scientific research of the SCO countries: synergy and integration. – 2021. – Pp. 234-235.
20. Zientek N., Meyer K., Kern S., & Maiwald M. Quantitative online NMR spectroscopy in a nutshell. // Chemie Ingenieur Technik. – 2016. – 88(6) – Pp. 698-709.

# Изучение микробиологических показателей ферментированного продукта из байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775), изготовленного с применением молочнокислых бактерий

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-104-108

Кандидат технических наук, доцент **А.П. Никифорова** – старший научный сотрудник кафедры Стандартизация, метрология и управление качеством;

Доктор технических наук **И.С. Хамагаева** – заведующий кафедрой Технология молочных продуктов. Товароведение и экспертиза товаров – Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления (ФГБОУ ВО «ВСГУТУ»)

@ anna.p.nikiforova@gmail.com

**Ключевые слова:** ферментация, байкальский омуль, качество, безопасность пищевых продуктов, микробиологические показатели, молочнокислые бактерии, микрофлора, 16S рРНК

**Keywords:** fish, baikal omul, quality, food safety, microbiological indicators, lactic acid bacteria, microflora, 16S rRNA

## MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF THE FERMENTED PRODUCT FROM BAIKAL O MUL *COREGONUS MIGRATORIUS* (GEORGI, 1775), MADE WITH THE USE OF LACTIC ACID BACTERIA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **A.P. Nikiforova** – Senior Researcher of the Department of Standardization, Metrology and Quality Management; Doctor of Technical Sciences **I.S. Khamagaeva** – Head of the Department of Dairy Products Technology. Commodity science and examination of goods – East Siberian State University of Technology and Management (VSGUTU)

The work is devoted to the study of the effect of the fermentation process on the microflora composition of fermented product from the Baikal omul (*Coregonus migratorius* (Georgi, 1775)), produced with the use of bacterial concentrate of lactic acid bacteria *Latilactobacillus sakei* ((Katagiri et al. 1934) Zheng et al. 2020). It has been established that, according to microbiological indicators, fermented Baikal omul meets the requirements of regulatory documentation. The microflora of the control (without the use of bacterial preparations) and experimental (with the use of a bacterial concentrate of lactic acid bacteria) batches had significant differences.

### ВВЕДЕНИЕ

Известно, что ферментация является одним из старейших способов консервирования, который широко применяется для производства молочных (кефир, кумыс, йогурт), зерновых (хлеб, ферментированные каши), овощных (квашеная капуста, кимчи) продуктов. Применение ферментации для производства рыбных продуктов имеет давние традиции. Так, ферментированный рыбный соус под названием гарум производился еще в Древнем Риме

[14]. В странах Северной Европы традиционные рыбные продукты производятся промышленно и пользуются популярностью у местного населения [14]. В странах Азии ассортимент ферментированных рыбных продуктов очень широк и в основном представлен рыбными соусами и рыбными пастами [1].

В последние годы большой научный интерес представляет применение специально подобранных стартовых культур для производства рыбных про-

дуктов. В этом направлении активно ведутся исследования зарубежных ученых. Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение бактериальных культур способствует улучшению органолептических характеристик, сокращению продолжительности технологического процесса, повышает безопасность рыбных продуктов [1; 15]

Роль микробиологических показателей при формировании качества и безопасности рыбных продуктов велика. Состав микрофлоры ферментированных рыбных продуктов служил объектом исследования многих ученых, в том числе Bjerke, G.A и др., Belleggia L. и др [4; 5; 11]. При определении видового состава микрофлоры различных объектов исследования используются современные молекулярно-генетические методы, которые имеют высокую точность.

Молочнокислые бактерии активно применяются в качестве бактериальных стартовых культур для производства рыбных продуктов. Одним из перспективных видов молочнокислых бактерий, для использования в рыбоперерабатывающей промышленности, является вид *Latilactobacillus sakei*, адаптированный к условиям роста в рыбной и мясной средах и обладающий потенциальными пробиотическими свойствами [18].

В результате ранее проведенных нами исследований, был разработан бактериальный концентрат, обладающий высокой биохимической активностью, предназначенный для применения при ферментации рыбных продуктов. Была доказана его высокая эффективность в процессе ферментации байкальского омуля, разработаны оптимальные условия производства ферментированного рыбного продукта [2].

В связи с вышеизложенным, целью исследования является изучение влияния процесса ферментации на состав микрофлоры ферментированного омуля.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования проводились на кафедре «Технология молочных продуктов. Товароведение и экспертиза товаров» ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления» (ВСГУТУ). Изучение состава микрофлоры рыбных продуктов проводилось в ФГБУН «Институт химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения Российской академии наук» (ИХБФМ СО РАН).

Объектами экспериментальных исследований служили ферментированные продукты, изготовленные из байкальского омуля (*Coregonus migratorius* (Georgi, 1775)). При проведении исследования изучали две партии:

а) контрольную, при изготовлении которой не применялся бактериальный концентрат молочнокислых бактерий;

б) опытную, при производстве которой применялся бактериальный концентрат молоч-

Работа посвящена изучению влияния процесса ферментации на состав микрофлоры ферментированного продукта из байкальского омуля (*Coregonus migratorius* (Georgi, 1775)), произведенного с применением бактериального концентрата молочнокислых бактерий *Latilactobacillus sakei* ((Katagiri et al. 1934) Zheng et al. 2020). Установлено, что по микробиологическим показателям ферментированный продукт из байкальского омуля соответствует требованиям нормативной документации. Микрофлора контрольной (без применения бактериальных препаратов) и опытной (с применением бактериального концентрата молочнокислых бактерий) партий имели существенные отличия.

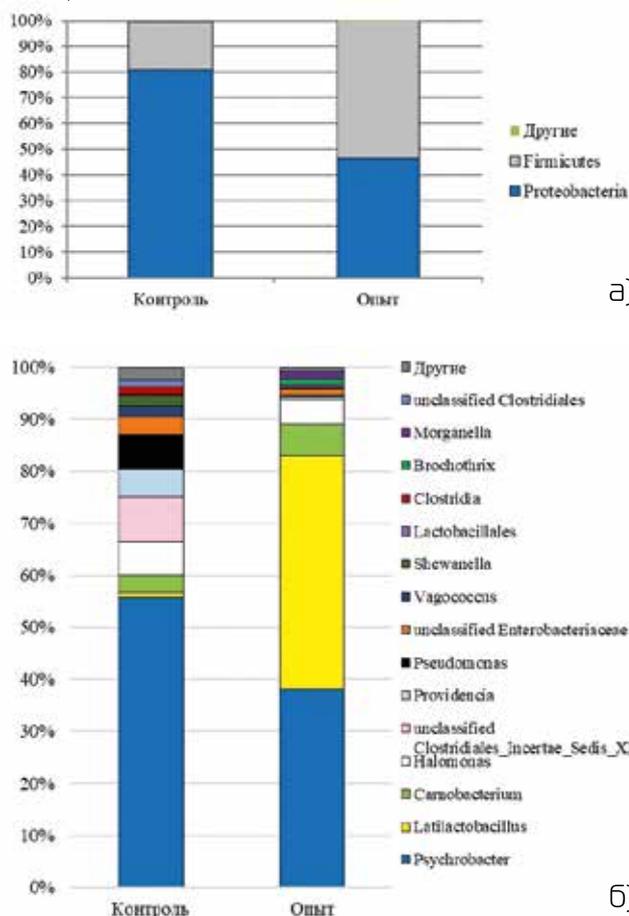


нокислых бактерий, произведенный с применением штамма *Latilactobacillus sakei* LSK-104. Штамм был получен из коллекции Национального биоресурсного центра – Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (НБЦ ВКПМ) ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (ГосНИИгенетика).

При производстве ферментированного рыбного продукта применяли мороженый байкальский омуль по ГОСТ 32366-2013. Посол проводился тузлучным способом с применением солевого раствора с концентрацией хлорида натрия 7%. В состав тузлука опытной партии также входила глюкоза (1%). Ферментация проводилась при следующих режимах: 24 ч при температуре 20°C, затем – 27 суток при температуре 6-8°C.

Отбор образцов проводили по окончании ферментации, согласно требованиям ГОСТ 31339-2006.

Количественный учет молочнокислых бактерий проводили с применением метода предельных разведений на плотной питательной среде MRS (De Man, Rogosa, Sharpe) при температу-



**Рисунок 1.** Состав бактериального сообщества ферментированного продукта из байкальского омуля, по данным анализа последовательностей фрагментов генов 16S рРНК: а) на уровне бактериальных фил, б) на уровне рода

**Figure 1.** The composition of the bacterial community of fermented product from Baikal omul, according to the analysis of sequences of fragments of 16S rRNA genes: а) at the level of bacterial phyla, б) at the level of the genus

ре  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ . Подсчет колоний проводили через 48 часов.

Оценку микробиологических показателей безопасности (бактерии группы кишечных палочек ферментированного рыбного продукта (БГКП), коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*, сульфитредуцирующих клостридий, патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, *Listeria monocytogenes*) проводили в соответствии с требованиями действующей нормативной документацией (ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 31746-2012, ГОСТ 29185-2014, ГОСТ 31659-2012, ГОСТ 32031-2012).

Определение состава микрофлоры проводилось с применением метода 16S рРНК, в соответствии с Vrouchkov A. и др. [6]. Все реагенты, использованные для выделения ДНК и дальнейших анализов, имели класс для молекулярной биологии. Растворы и буферы не содержали ДНКазы и были стерилизованными. Все

процедуры проводились в ламинарных боксах I класса.

ДНК из образцов (из 0,25 г продукта) была извлечена и проанализирована с помощью набора PowerSoil DNA Isolation Kit (MO-Bio), в соответствии с протоколом производителя. В этих экспериментах три эквивалентные подпробы из одной исходной пробы осадка были выделены путем помещения их в стерильные флаконы емкостью 50 мл. Таким образом, для данного исследования использовали три биологические повторности, которые, перед проведением исследования, смешивали до однородности.

Регион V3-V4 гена 16S рРНК амплифицировали с применением праймеров 343F (5'-CTCCTACGGRRSGCAGCAG-3') и 806R (5'-GGACTACNVGGGTWTCTAAT-3'), содержащих адаптерные последовательности Illumina, линкер и баркод. Амплификацию проводили в соответствии с Vrouchkov A. и др. [6].

Секвенирование проводили в ЦКП «Геномика» СО РАН (ИХБФМ СО РАН, Новосибирск, Россия) на секвенаторе MiSeq (Illumina) с использованием набора MiSeq Reagent Kit v2 (500 cycle) (Illumina).

Полученные парные последовательности были проанализированы с помощью UPARSE скриптов [8] при использовании USEARCH версии 8.1.1861. Биоинформатическая обработка включала в себя следующее: перекрытие парных прочтений, фильтрация по качеству и длине, учет одинаковых последовательностей, отбрасывание синглов, удаление химер и получение ОТЕ (операционные таксономические единицы) с помощью алгоритма кластеризации UPARSE. Таксономическая принадлежность последовательностей ОТЕ определялась с применением классификатора RDP classifier 2.11 [17] и базы данных NCBI 16S с использованием BLASTN [3].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На первом этапе исследований проводили оценку микробиологических показателей качества и безопасности ферментированных рыбных продуктов из байкальского омуля (табл. 1). При этом показатели безопасности сравнивали с нормативными значениями по ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции».

Установлено, что ферментированный продукт из байкальского омуля содержит высокое количество жизнеспособных клеток молочнокислых бактерий ( $2 \cdot 10^8$  КОЕ/г), а по показателям безопасности продукт из омуля опытной и контрольной партий соответствует требованиям ТР ЕАЭС 040/2016.

Состав микрофлоры является важной характеристикой, определяющей качество и безопасность ферментированной рыбы. В связи с этим, на втором этапе исследований проводили оценку состава микрофлоры ферментированных рыбных продуктов (рис. 1).

В результате проведенных исследований установлено, что доминирующими филумами

**Таблица 1.** Микробиологические показатели качества и безопасности ферментированного продукта из байкальского омуля / **Table 1.** Microbiological indicators of quality and safety of fermented product from Baikal omul

Показатели качества и безопасности	Нормативное значение	Полученные результаты	
		контроль	опыт
Молочнокислые бактерии, КОЕ/г, не менее	-	не измерялось	2·10 <sup>8</sup>
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) (БГКП)	не допускаются в 0,1 г продукта	не обнаружено	
<i>S. aureus</i>	не допускаются в 0,1 г продукта	не обнаружено	
Сульфитредуцирующие клостридии	не допускаются в 0,1 г продукта	не обнаружено	
Патогенные микроорганизмы (в т.ч. сальмонеллы)	не допускаются в 25 г продукта	не обнаружено	
<i>L. monocytogenes</i>	не допускаются в 25 г продукта	не обнаружено	

в образцах являются *Proteobacteria* (81,09% – в контрольном образце, 46,71% – в опытном образце) и *Firmicutes* (18,62% – в контрольном образце, 53,15% – в опытном образце). На долю других филумов приходится лишь 0,29% – в контрольном образце и 0,14% – в опытном образце (рис. 1а). При дальнейшем анализе были выявлены доминирующие ОТЕ бактерий на уровне родов (рис. 1б). Так, основными родами филы *Firmicutes* в опытном образце являлись *Latilactobacillus* и *Carnobacterium*. *Proteobacteria* в сообществе были представлены родами *Psychrobacter* и *Halomonas*. В контрольном образце к основным родам филы *Firmicutes* относятся *Clostridiales incertae sedis XI* и *Carnobacterium*, а филы *Proteobacteria* – *Psychrobacter*, *Pseudomonas*, *Halomonas* и *Providencia*.

Из представленных на рисунке 1 данных можно сделать вывод о том, что микрофлора опытной и контрольной партий ферментированного рыбного продукта имела существенные различия, к которым можно отнести следующее:

а) увеличение доли бактерий рода *Latilactobacillus* в опытном образце, что объясняется применением бактериального концентрата молочнокислых бактерий при ферментации;

б) снижение количества бактерий отдельных родов, в опытном образце (например, бактерий рода *Psychrobacter* и *Pseudomonas*). Такая закономерность может быть обусловлена тем, что штамм синтезирует комплекс бактериоцинов и обладает высокой антагонистической активностью. Следует отметить высокую значимость этого свойства в связи с тем, что некоторые из штаммов видов *Psychrobacter* и *Pseudomonas* могут вызывать инфекции у человека и животных;

в) относительное количество бактерий *Halomonas* практически одинаково в опытном и контрольных образцах, а бактерий рода *Carnobacterium* увеличивается в опытном образце.

Доминирующими видами бактерий в контрольной партии являются: *Psychrobacter*

*cibarius*, *Urmitella timonensis*, *Halomonas zhanjiangensis*, *Providencia burhodogranariae*, *Psychrobacter pulmonis*, *Carnobacterium gallinarum*. Доминирующими видами бактерий опытной партии являются *Latilactobacillus sakei*, *Psychrobacter cibarius*, *Carnobacterium gallinarum*, *Halomonas zhanjiangensis*. Некоторые из доминирующих в продуктах бактериальных видов и штаммов являются характерными для рыбы и рыбных продуктов: например, штамм *Psychrobacter cibarius* JG-219 (идентичность 100%) является аэробной мезофильной грамотрицательной бактерией, впервые выделенной из корейского ферментированного рыбного продукта jeotgal [10]; аэробный мезофильный грамотрицательный штамм *Halomonas zhanjiangensis* JSM 078169 (идентичность 99,30%) – из морского ежа [7], бактерии вида *Carnobacterium gallinarum* обнаружены в составе микрофлоры кишечника атлантической трески (в объектах данного исследования обнаружен штамм *Carnobacterium gallinarum* DSM 4847 с идентичностью 99,53%) [13]. Некоторые имеют другое происхождение: например, аэробные мезофильные грамотрицательные штаммы *Providencia burhodogranariae* В (идентичность 99,53%) и *Psychrobacter pulmonis* CCUG 46240 (идентичность 100%) выделены из гемолимфы фруктовой дрозофилы и легких ягнят, соответственно, и являются патогенными для животных [9; 16]; штамм *Urmitella timonensis* Marseille-P2918 (идентичность 94,54%) был выделен из микробиоты недоедающих детей [12].

Микрофлора продукта из байкальского омуля, ферментированного с применением бактериального концентрата *Latilactobacillus sakei*, имеет существенные отличия от других ферментированных рыбных продуктов. Так, к преобладающей микрофлоре шведского продукта surströmming, изготовленного из балтийской сельди, относятся виды *Halanaerobium praevalens*, *Alkalibacterium gilvum*, *Carnobacterium spp.*, *Tetragenococcus halophilus*, *Clostridiisalibacter spp.* и *Porphyromonadaceae*.

К второстепенной микрофлоре можно отнести *Psychrobacter celer*, *Ruminococcaceae*, *Marinilactibacillus psychrotolerans*, *Streptococcus infantis*, *Salinivibrio costicola* [4].

Исследование Осимани и др. посвящено изучению состава микрофлоры хакарла, традиционного продукта Гренландии, изготовленного из мяса акулы. В работе отмечается, что основными родами бактерий являются *Tissierella*, *Pseudomonas*, *Oceanobacillus*, *Abyssivirga* и *Lactococcus*, а второстепенными – *Alkalibacterium*, *Staphylococcus*, *Proteiniclasticum*, *Acinetobacter*, *Erysipelothrix*, *Anaerobacillus*, *Ochrobactrum*, *Listeria* и *Photobacterium* [11].

Наиболее близким, разработанному продукту из байкальского омуля, по составу микрофлоры, по всей видимости, является норвежский продукт rakfisk. Так, установлено, что его микрофлора сильно зависит от технологических режимов производства: при содержании соли 4-5% и температуре 5-7°C молочнокислые микроорганизмы, преимущественно *Lactilactobacillus sakei*, доминируют в микрофлоре этого продукта. При более высоких концентрациях соли (6%) и более низкой температуре (3-4°C) молочнокислые бактерии хотя и присутствуют в продукте, но не доминируют в составе микрофлоры. В этом случае к доминирующим относятся другие психротрофные и солеустойчивые виды бактерий, например, *Psychrobacter* [14]. Похожая картина наблюдалась при исследовании тузлука продукта rakfisk. В образцах одного из производителей доминирующими являются *Lactobacillales*, *Lactobacillaceae*, *Leuconostoc*, *Carnobacterium* и *Pediococcus*, а в образцах другого – *Psychrobacter*, *Halomonas* и *Pseudoalteromonas* [5].

### ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено, что по микробиологическим показателям продукты контрольной (без применения молочнокислых бактерий) и опытной (с применением бактериального концентрата молочнокислых бактерий) партий ферментированного продукта из байкальского омуля соответствуют установленным в нормативной документации нормам, а по составу микрофлоры партии существенно отличаются.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Безопасность и качество рыбо- и морепродуктов / Г. Аллан Бремнер (ред.). – СПб.: Профессия, 2009. – 512 с.
1. *Safety and Quality Issues in Fish Processing* / G. Allan Bremner (ed.). 2009. Saint Petersburg: Professiya. 512 p. [in Russian].
2. Никифорова А.П., Хазагаева С.Н., Хамагаева И.С. Изучение процесса ферментации байкальского омуля с применением молочнокислых бактерий // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2021. – № 55. – С. 17-28.
2. Nikiforova A.P., Khazagaeva S.N., Khamagaeva I.S. Study of fermentation process of Baikal omul with the use of lactic acid bacteria // Bulletin of Kamchatka State Technical University. 2021. I. 55. P. 17-28.
3. Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W., Lipman, D.J. Basic local alignment search tool. J. Mol. Biol. – 1990. – 215. – Pp. 403-410.
4. Belleggia L, Aquilanti L, Ferrocino I, Milanović V, Garofalo C, Clementi F, Coccolin L, Mozzon M, Foligni R, Haouet MN, Scuota S, Framboas M, Osimani A. Discovering microbiota and volatile compounds of surströmming, the traditional Swedish sour herring. – Food Microbiol. – 2020. – 91. – 103503.
5. Bjerke, G.A.; Rudi, K.; Avershina, E.; Moen, B.; Blom, H.; Axelsson, L. Exploring the Brine Microbiota of a Traditional Norwegian Fermented Fish Product (Rakfisk) from Six Different Producers during Two Consecutive Seasonal Productions. // Foods. – 2019. – 8. – P. 72.
6. Brouckov A, Kabilov M, Filippova S, Baturina O, Rogov V, Galchenko V, Mulyukin A, Fursova O, Pogorelko G. Bacterial community in ancient permafrost alluvium at the Mammoth Mountain (Eastern Siberia). Gene. – 2017. – 15(636). – Pp. 48-53.
7. Chen YG, Zhang YQ, Huang HY, Klenk HP, Tang SK, Huang K, Chen QH, Cui XL, Li WJ. Halomonas zhanjiangensis sp. nov., a halophilic bacterium isolated from a sea urchin. Int J Syst Evol Microbiol. – 2009. – 59(Pt 11). – Pp. 2888-93.
8. Edgar R.C. UPARSE: highly accurate OTU sequences from microbial amplicon reads // Nat. Methods. – 2013. – V. 10. – Pp. 996-998.
9. Juneja P, Lazzaro BP. Providencia sneebia sp. nov. and Providencia burhodogranariaea sp. nov., isolated from wild Drosophila melanogaster. Int J Syst Evol Microbiol, 2009. – 59(Pt 5). – Pp. 1108-11.
10. Jung SY, Lee MH, Oh TK, Park YH, Yoon JH. Psychrobacter cibarius sp. nov., isolated from jeotgal, a traditional Korean fermented seafood. Int J Syst Evol Microbiol. – 2005. – 55(Pt 2). – Pp. 577-582.
11. Osimani A., Ferrocino I., Agnolucci M., Coccolin L., Giovannetti M., Cristani C., Palla M., Milanovic V., Roncolini A., Sabbatini R., Garofalo C., Clementi F., Cardinali F., Petruzzelli A., Gabucci C., Tonucci F., Aquilanti L. Unveiling hákarl: A study of the microbiota of the traditional Icelandic fermented fish. // Food Microbiology. – 2019. – V. 82. – Pp. 560-572.
12. Pham T.-P.-T., Cadoret F., Tidjani Alou M., Brah S., Ali Diallo B., Diallo A., Sokhna C., Delerce J., Fournier P.-E., Million M., Raoult D. “Urmitella timonensis” gen.nov., sp.nov., “Blautia marasmi” sp.nov., “Lachnoclostridium pacaense” sp.nov., “Bacillus marasmi” sp.nov. and “Anaerotruncus rubiinfantis” sp.nov., isolated from stool samples of undernourished African children. // New Microbes and New Infections. – 2017. – 17. – Pp. 84-88.
13. Seppola M., Olsen R.E., Sandaker E., Kanapathippillai P., Holzapfel W., Ringø E. Random amplification of polymorphic DNA (RAPD) typing of carnobacteria isolated from hindgut chamber and large intestine of Atlantic cod (*Gadus morhua*) Syst Appl Microbiol. – 2005. – 29. – Pp. 131-137.
14. Skåra T., Axelsson L., Stefansson G., Ekstrand B., Hagen H. Fermented and ripened fish products in the northern European countries. // Journal of Ethnic Foods. – 2015. – V. 2(1). – Pp. 18-24.
15. Speranza B., Racioppo A., Bevilacqua A., Beneduce L., Sinigaglia M., Corbo M.R. Selection of autochthonous strains as starter cultures for fermented fish products. // Journal of Food Science. – 2015. – V. 80(1). – Pp. 151-160.
16. Vela A.I., Collins M.D., Latre M.V., Mateos A., Moreno M.A., Hutson R., Domínguez L., Fernández-Garayzábal J.F. Psychrobacter pulmonis sp. nov., isolated from the lungs of lambs. Int J Syst Evol Microbiol, 2003. – 53(Pt 2). – Pp. 415-419.
17. Wang Y.-N., Cai H., Chi C.-Q., Lu A.-H., Lin X.-G., Jiang Z.-F., Wu X.-L. Halomonas shengliensis sp. nov., a moderately halophilic, denitrifying, crude-oil-utilizing bacterium. Int. J. Syst. Evol. Microbiol, 2007. – V. 57. – Pp. 1222-1226.
18. Zagorec M., Champomier-Vergès M.C. 2017. Lactobacillus sakei: a starter for sausage fermentation, a protective culture for meat products. Microorganisms. V. 5(3). P. 56.

**Ключевые слова:**

черный макрурус, мышечная ткань, белки, ферменты, прочность, электрофорез

**Keywords:**

black macrurus (grenadier), muscle tissue, proteins, enzymes, strength, electrophoresis

## Исследование качества мышечной ткани черного макруруса (гренадера) *Coryphaenoides acrolepis* в процессе переработки

DOI 10.37663/0131-6184-2022-3-109-116

Доктор биологических наук, профессор

**Т.Н. Пивненко** – кафедра «Пищевая биотехнология»;

Кандидат технических наук

**Ю.М. Позднякова** – директор НИИ инновационных биотехнологий;

Кандидат технических наук, доцент **В.В. Кращенко** –

заведующая кафедрой «Пищевая биотехнология»;

Кандидат технических наук

**Р.М. Есипенко** – младший научный сотрудник Научно-инновационного центра «Морские биотехнологии»;

Кандидат технических наук

**Е.В. Михеев** – научный сотрудник Научно-инновационного центра «Морские био-технологии» –

Дальневосточный

государственный технический рыбохозяйственный университет (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»)

@ tnpivnenko@mail.ru;

pozdneyakova.julia@yandex.ru;

victoriy\_vl@mail.ru;

festfu@mail.ru;

zhenyasuper79@mail.ru

### STUDY OF THE QUALITY OF MUSCLE TISSUE OF THE BLACK MACRURUS (GRENADE) *CORYPHAENOIDES ACROLEPIS* IN THE PROCESS OF ITS PROCESSING

Doctor of Biological Sciences, Professor **T.N. Pivnenko** – Department of "Food Biotechnology"; Candidate of Technical Sciences **Yu.M. Pozdneyakova** – Director of the Research Institute of Innovative Biotechnologies;

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **V.V. Kraschenko** – Head of the Department "Food bio-technology";

Candidate of Technical Sciences **R.M. Esipenko** – Junior Researcher of the Scientific and Innovation Center "Marine Biotechnologies";

Candidate of Technical Sciences **E.V. Mikheev** – Researcher of the Scientific and Innovation Center "Marine Biotechnologies" –

Far Eastern State Technical Fisheries University (FGBOU VO "Dalrybvtuz")

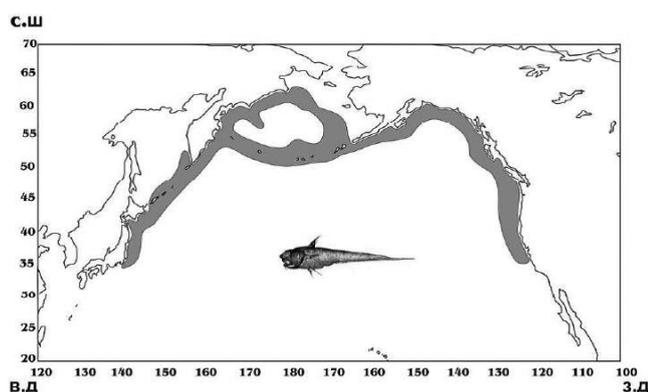
The research of physico-chemical and organoleptic quality indicators of the black macrurus (grenadier) *Coryphaenoides acrolepis* caught under industrial conditions in the South Kuril subzone of the Sea of Okhotsk is presented. The analyzed samples included whole and eviscerated specimens of standard quality, as well as individual specimens with the consistency of muscle tissue characterized as «rubber-like». Comparative analysis showed statistically significant similarity of muscle tissue strength indicators before and after heat treatment, protein fraction content, moisture retention capacity, degree of protein denaturation, enzyme activity and a number of other characteristics for standard samples prepared by various methods and differing in size. Samples with a «rubber-like» consistency sharply differed in all the studied parameters except for enzymatic activity. When separating the proteins of black grenadier muscle tissue by electrophoresis was conducted, differences in the species-specific patterns of the compared samples were found. Assumptions have been made about the causes of the detected changes.

#### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время промышленный промысел глубоководных видов рыб имеет большие перспективы, благодаря оснащению

судов современными ярусно-постановочными комплексами. Наиболее распространенными из глубоководных видов являются рыбы, относящиеся к семейству

макрурид *Macrouridae*, родственные тресковым *Gadidae*. Известны более 300 видов этого семейства, обитающих на глубинах более 1000 метров. Однако большинство из них не имеют промыслового значения из-за их малых размеров, низкого выхода мышечной ткани, ее чрезмерной мягкости и обводненности [1-3]. Всего лишь несколько видов характеризуются хорошими или удовлетворительными пищевыми качествами. Это макрурусы (они же гренадеры или долгохвосты) малоглазый *Albatrossia pectoralis*, пепельный *Coryphaenoides cinereus*, длинноперый *Coryphaenoides longifilis* и черный *Coryphaenoides acrolepis*. Среди них самым многочисленным видом в северной части Тихого океана является макрурус малоглазый или гигантский гренадер. Однако, несмотря на хорошие питательные свойства и большие запасы, существенными недостатками этого объекта являются высокая обводненность мышечной ткани и большие технологические потери при различных способах обработки [4]. Начиная с глубины 1400 м наблюдается явное преобладание черного макруруса по биомассе и численности. Объем его добычи составляет около 15% вылова всех глубоководных рыб [2; 3], а его пищевая ценность и потребительские качества существенно выше, чем у макруруса малоглазого. Ареал обитания чёрного макруруса показан на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Ареал распространения чёрного макруруса [5]  
**Figure 1.** The distribution area of the black macrurus [5]

Обитает этот вид в придонных слоях воды на глубине от 300 до 3700 м, с наибольшей встречаемостью на 600-2500 метров. Имеет массивное туловище, лентовидную хвостовую часть, однотонную черную или темно-коричневую окраску чешуи, темные плавники (рис. 2).

Максимальные отмеченные параметры: длина тела 104 см, масса тела 5 кг. Доля мышечной ткани от общей массы рыбы составляет около 24%. Доля тушки без головы, внутренностей и большей части хвоста составляет около 50% от общей массы. Мышечная ткань приятного белого цвета имеет плотную консистенцию при содержании воды около 82%, белков – 16%, липидов – 1%. Большое количество белка является основной отличительной характеристикой этого вида по сравнению с другими макрурусами [1; 6]. Высокие пищевые и органолептические показа-

Приведены результаты исследований физико-химических и органолептических показателей качества черного макруруса (гренадера) *Coryphaenoides acrolepis*, заготовленного в условиях промысла в Южно-Курильской подзоне Охотского моря. Анализируемые образцы включали цельные и потрошенные экземпляры стандартного качества, а также – отдельные экземпляры с консистенцией мышечной ткани, характеризуемой как «резинистая». Сравнительный анализ показал статистически значимое сходство данных прочности мышечной ткани до и после термической обработки, содержания белковых фракций, влагоудерживающей способности, степени денатурации белков, активности ферментов и ряда других характеристик для стандартных образцов, заготовленных различными способами и отличающихся размерами. Образцы с «резинистой» консистенцией резко отличались по всем исследуемым показателям кроме ферментативной активности. При разделении белков мышечной ткани черного макруруса методом электрофореза обнаружены различия видоспецифических паттернов сравниваемых образцов. Выдвинуты предположения о причинах, вызывающих обнаруженные изменения.

тели мышечной ткани черного макруруса обуславливают возможности его широкого применения в пищевой промышленности, ресторанной индустрии и домашней кулинарии.

Однако среди общей массы улова отмечены экземпляры с необычными свойствами, их мышечная ткань имеет «резинистую» консистенцию, усиливающуюся в процессе тепловой обработки. Для нее характерны жесткость, трудное отделение мышц от костей, плохая разжевываемость. Согласно справочной литературе, в описании известных в настоящее время видов макрурусов, характеристика их мышечной ткани включает такие термины как мягкая, нежная, сочная [7]. Только для двух видов – гребенчатого и южно-атлантического макрурусов – для описания мышечной ткани используют термин плотная, а в отварном виде – жестковатая, резинистая. А.Б. Одинцов упоминает, что в уловах южно-атлантического макруруса встречались отдельные экземпляры, имевшие жесткую, «резинистую» консистенцию, хрустящую при разжевывании [8]. Однако точные причины этого явления не ясны.

Целью данной работы было изучить влияние различных факторов на качество мышечной ткани черного макруруса в процессе его переработки.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – черный макрурус (гренадер) *Coryphaenoides acrolepis*, выловленный рыболовецкой компанией «Восток-1» в Южно-Курильской подзоне Охотского моря в августе 2020 г. на глубине от 1000 м и более. Образцы рыб, цельных и разделанных в виде тушек (так как они заготавливаются на судах для дальнейшей поставки потребителям), были представлены в замороженном виде.

Величину прочности образцов определяли на приборе Валента ВЦ-1 с грибовидным индентором. Фрак-

ционный состав белков определяли путем ступенчатой экстракции мышечной ткани, как это описано в работе [4]. Количество воды измеряли на инфракрасном влагомере Kett F-1A (Kett Electric Laboratory, Япония). Влагоудерживающую способность (ВУС) определяли методом прессования. Изоэлектрическую точку (ИЭТ) определяли методом осаждения. Степень денатурационных изменений белков при термической обработке соответствовала изменению способности миофибриллярных белков растворяться в стандартных солевых растворах. Количественное выражение степени денатурации (%) рассчитывали по отношению разницы массовой доли солерастворимых белков до и после термической обработки к ее исходной величине.

Определение протеолитической активности проводили по количеству растворимых белковых компонентов, образующихся при инкубации субстратов с гомогенатом мышечной ткани. В качестве субстратов использовали 2%-ные растворы гемоглобина (рН 4,5; 6,0) и казеина (рН 8,0). К 2 мл раствора субстрата добавляли 2 г гомогената, выдерживали 60 мин. при 37°C. Реакцию останавливали добавлением равного объема 5%-ного раствора трихлоруксусной кислоты, фильтровали и измеряли оптическую плотность при длине волны 280 нм. За единицу активности принимали такое количество образца, которое приводит к увеличению поглощения на 1 оптическую единицу за 1 мин. (Е/г).

Определение активности транслугаминазы (ТГ) проводили по изменению количества  $\epsilon$ -аминогрупп лизина в белковом субстрате – казеине [9]. В ходе реакции образования изопептидных связей снижается количество  $\epsilon$ -аминогрупп лизина, которые при взаимодействии с о-фталиевым диальдегидом образуют окрашенный раствор. Количество продуктов реакции оценивали по изменению оптической плотности при 340 нм. Расчет активности проводили с использованием калибровочного графика, построенного по L-лейцину.

Электрофорез (ЭФ) проводили при следующих условиях: 10%-ный полиакриламидный гель в присутствии додецилсульфата натрия (ДСН-ПААГ), напряжение 220 В, ток 10 мА, мощность 2,5 Вт, температура 15°C. Окрашивали пластинки 0,01%-ным раствором Кумасси G-250, через 3 ч. промывали дистиллированной водой. Условия экстракции мышечной ткани: образцы измельчали в ступке, навеску массой 0,5 г заливали 2 мл 2%-ного водного раствора ДСН, через 30 мин. центрифугировали при 12000 об/мин в течение 15 минут. После фильтрации отбирали по 0,25 мл раствора, добавляли 1,5 мл 0,5 М трис-НСI буфера с рН 6,8, нагревали при 95°C в течение 5 минут. После охлаждения раствор фильтровали и использовали для ЭФ. Молекулярную массу (Мм) белков определяли по калибровочному графику, построенному в координатах зависимости  $R_f$  от Мм по значениям, соответствующим стандартным маркерным белкам: 8, 12, 20, 30, 45, 60, 100, 220 кДа (наборы Sigma-Aldrich, США). Денситограммы снимали при помощи программы Image J для Windows (Wayne Rasband).

Для статистического анализа использовали прикладной пакет «Statistica 6». Выборочные параметры, приводимые в таблицах: средняя арифметическая



**Рисунок 2.** Внешний вид чёрного макруруса целиком и тушки после разделки

**Figure 2.** The appearance of the whole black macrurus and the carcass after cutting

(М), стандартное отклонение ( $\sigma$ ), объем анализируемой подгруппы (n). Уровень доверительной вероятности 95%.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным донного траления, проведенного учеными ТИПРО-Центра [2], на материковом склоне отмечались особи длиной от 12 до 104 см и массой до 5 кг. При этом около 90% экземпляров имели длину тела 35-75 см с массой менее 2 кг. Для размерного ряда черного макруруса из донных уловов отмечено наличие 2-х модальных групп 36-48 и 58-78 см. В Беринговом и Охотском морях доминировали рыбы длиной 36-50 см. Адаптацию молодежи к придонному образу жизни наблюдали при длине тела 2-40 см, после достижения длины 44-48 см рыбы вновь поднимались в толщу воды и отходили от материкового склона. Рыбы такого размера могут переходить на стадию нереста. Предельный возраст черного макруруса может достигать 20 лет, в уловах основными являются 3-12-ти-летние особи. В течение 1 года рыбы достигают длины 15-18 см, 2 – 26-28 см, 3 года – 35-39 см. Следовательно, для оценки факторов, влияющих на свойства мышечной ткани черного макруруса, важно знать возраст и физиологическое состояние отдельных особей, время, место и глубину промысла.

Предоставленные для исследования образцы были маркированы производителем обозначением – «PS (мелкая)» и соответствовали, предоставленным в таблице 1, параметрам.

Исходя из длины и массы тела, полученные цельные экземпляры черного макруруса могут быть отнесены к возрастной группе 5-6 лет. Для более детального изучения нами были выделены 2 размерные группы, несущественно отличавшиеся по длине тела, но значительно отличавшиеся по массе. Для образцов в виде тушек картина распределения была аналогичной, с учетом потерь при разделке, составляющих около 50% от общей

**Таблица 1.** Размерно-массовые характеристики черного макруруса, выловленного в Южно-Курильской подзоне на глубине от 1000 м / **Table 1.** Size and mass characteristics of black macrurus caught in the South Kuril subzone at a depth of 1000 m

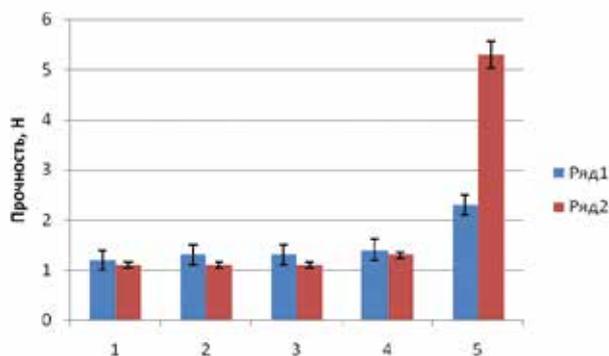
Образцы	Размерная группа 1		Размерная группа 2	
	Длина, см	Масса, г	Длина, см	Масса, г
П	52,5 ± 2,5	723 ± 127	58,5 ± 2,8	1175 ± 98
Цельная	23,3 ± 3,8	602 ± 153	29,1 ± 1,6	1020 ± 282
Тушка				

Примечание: n = 10, p < 0,05

**Таблица 2.** Фракционный состав белков мышечной ткани черного макруруса, % от общего количества / **Table 2.** Fractional composition of black macrurus muscle tissue proteins, % of total

Образцы	Водорастворимые	Солеорастворимые	Щелочерастворимые
П	52,7±2,6	35,2±0,7	18,6±4,0
М	47,8±3,3	33,1±2,0	21,5±2,2
«Резинистый»	51,2±0,9	17,9±0,5	36,3±0,5

Примечание: n = 5, p < 0,05



**Рисунок 3.** Изменение прочности мышечной ткани в образцах черного макруруса. Ряд 1 – до термообработки, ряд 2 – после термообработки. Образцы: неразделанные 1 – 1-ая размерная группа, 2 – 2-ая размерная группа; тушка 3 – 1-ая размерная группа, 4 – 2-ая размерная группа; 5 – «резинистый» образец. *Примечание: n = 5, p < 0,05*

**Figure 3.** Changes in the strength of muscle tissue in samples of black macrurus. Row 1 – before heat treatment, row 2 – after heat treatment. Samples: undivided 1 – 1st size group, 2 – 2nd size group; carcass 3 – 1st size group, 4 – 2nd size group; 5 – "rubbery" sample. *Note: n = 5, p < 0.05*

массы. При этом длина и масса тушек в отличие от цельных рыб варьировались в очень широком диапазоне величин. Единичные образцы с мышечной тканью, консистенцию которой можно было охарактеризовать как «резинистая», были представлены в виде тушек, соответствующих размерной группе 2.

Для сравнения реологических и органолептических свойств исследуемых образцов до и после термической обработки рыбу, разделанную на равные

куски филе без кожи размером 2x2 см, прогревали в воде при соотношении 1:2 и температуре 100±2° С в течение 2,0±0,5 минут. В таких условиях мышечная ткань сохраняла свою целостность, приобретая кулинарную готовность. При увеличении времени термической обработки мышечная ткань распадалась на миосепты и определить ее прочностные характеристики было невозможно.

Органолептические качества образцов, независимо от способа заготовки обеих размерных групп, не отличались между собой, мышечная ткань имела сероватый цвет, неупругую консистенцию. После термообработки ткань приобретала молочно-белый или молочно-розовый цвет, мягкую, нежную консистенцию. «Резинистые» образцы имели темно-серый цвет и очень плотную структуру до варки, после которой интенсивность цвета усиливалась, консистенция становилась еще более плотной, от упругой до жесткой, а мясо с трудом отделялось от костей. Изменения реологических характеристик представлены на рисунке 3.

Реологические свойства мышечной ткани черного макруруса не зависели от способа разделки, применяемого на судах, и размерного ряда в пределах предоставленных образцов. Прочность для цельных образцов до термической обработки изменялась от 0,9 до 1,6, а после – от 0,8 до 1,3 Н. Для образцов с «резинистой» консистенцией показатели прочности были существенно выше. Они составили: до термической обработки 2,3 Н, а после – 5,3 Н.

Далее в мышечной ткани тех экземпляров рыб, для которых были получены максимальные и минимальные значения прочности (в пределах измеренных величин), обозначаемых далее, как «условно мягкие – М» и «условно прочные – П», а также в «резинистых» образцах были определены физико-химические показатели. При исследовании фракционного состава белков определяли количество водорастворимых (саркоплазматических), солеорастворимых (миофибриллярных) и щелочерастворимых (соединительнотканых) белков. Сар-

коплазматические белки, растворимые в средах с низкой ионной силой, не оказывают существенного влияния на текстуру продукта. По содержанию миофибриллярных белков (актина и миозина), растворимых в средах с высокой ионной силой, прогнозируют функционально технологические свойства готовой продукции. Фракция щелочерастворимых белков содержит коллаген и эластин, скрепляющие мышечные волокна, обеспечивая цельность мышечной ткани, их повышенное содержание определяет жесткость ткани. В нативном состоянии коллаген и эластин образуют очень прочные структуры, при термообработке их волокна способны укорачиваться и уплотняться, обеспечивая увеличение прочности мышечной ткани в целом [10]. Соотношение указанных белковых фракций представлено в таблице 2.

Согласно полученным результатам, не установлено существенных различий в количестве водорастворимых белков, как в образцах, отличающихся по прочности в пределах группы со стандартными органолептическими характеристиками, так и в «резинистых» образцах. Однако в последних доля солерастворимых миофибриллярных белков, отвечающих за образование структуры типичного пищевого продукта, была практически в 2 раза ниже, а доля соединительнотканых белков – в 1,5-2 раза выше. Тепловая денатурация белков также вызывает определенные изменения органолептических свойств мышечной ткани: миофибриллярные белки размягчаются, соединительнотканые, наоборот, упрочняются. Их соотношение и создает общую картину изменений качества готового продукта.

Степень денатурации солерастворимых белков различных образцов черного макруруса составила для образцов: группы М –  $74,4 \pm 2,6\%$ , группы П –  $69,8 \pm 4,1$  и «резинистых» –  $97,41 \pm 1,2\%$ . Очевидно, что в образцах со стандартной консистенцией мышечной ткани степень денатурации белков была существенно ниже, чем в «резинистых».

Далее рассматривали такие характеристики мышечной ткани как ВУС, содержание воды и ИЭТ белков (табл. 3). В высокоорганизованной миофибриллярной структуре белки связывают воду химически и физически в пространстве между волокнами. ВУС характеризует способность белкового матрикса удерживать воду при таких внешних воздействиях, как термообработка, центрифугирование и прессование, и зависит от pH, концентрации соли и температуры. Сочность, нежность, вкус и другие свойства зависят от гидратации мышечной ткани на всех стадиях технологического процесса.

Для денатурированных белков наблюдается снижение ВУС, в свою очередь на денатурацию могут влиять длительное морозильное хранение, концентрация соли и тепловая обработка. Для «резинистых» образцов наблюдали очень низкие значения ВУС, что соответствовало высокой степени денатурации миофибриллярных белков, снижению их гидрофильности и органолептическим свойствам.

После окончания стадии окоченения и понижения pH тканей, приближающегося к ИЭТ, способность белков к связыванию воды снижается [10]. В этой области происходит синерезис белкового геля и его упрочнение. При сдвиге pH пищевой системы от ИЭТ, заряженные группы молекулы белка способны абсорбировать молекулы воды с образованием гидратной оболочки, усиливая устойчивость белкового геля. Мышечная ткань черного макруруса имела практически нейтральную реакцию (pH  $6,7 \pm 0,1$ ), а ИЭТ была в пределах 5,0-5,3 для всех образцов. Поэтому данный фактор не может определять изменения, вызывающие снижение ВУС и изменение консистенции мышечной ткани.

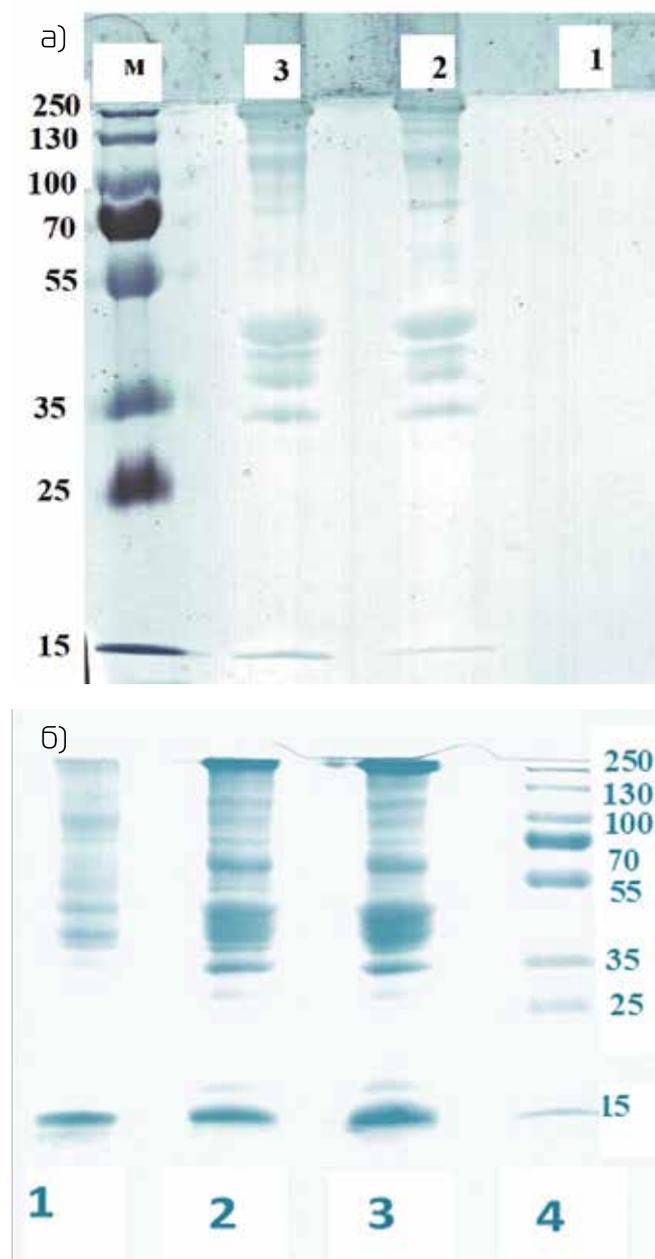
Еще одним фактором, существенно влияющим на изменение мышечной ткани рыб после вылова, является активность тканевых ферментов, в частности, протеолитических (протеаз). Эти ферменты являются необходимыми компонентами, присутствующими во всех клетках организма, обеспечивая нормальный метаболизм. При этом для каждой ткани и для каждого вида характерны свой набор и активность протеаз. В мышечных волокнах и внеклеточном матриксе рыб протеазы локализованы, в основном, в лизосомах и цитозоле, но ряд из них находится в саркоплазме и связан с миофибриллами. После распада тканей большинство ферментов переходят в саркоплазму. В процесс посмертной тендеризации вовлечены катепсины (pH-оптимум 5,5-6,5) и кальпайны (pH-оптимум 7), обеспечивающие синергетический вклад в посмертное размягчение мышц [11]. В таблице 4 приведены данные по активности протеаз в изучаемых образцах черного макруруса. Активность протеаз для образцов со стандартной консистенцией аналогична, как в количественном выражении, так и в распределении по областям pH. При этом все полученные значения активности очень низки и вероятность того, что они могут вызывать изменение мышечной ткани макруруса крайне мала. Активность протеаз в «резинистых» образцах при pH 4,5 находилась в том же диапазоне. При двух других значениях pH активность ферментов была существенно выше. Однако сравнение с литературными данными показывает, что и эти значения не высоки. Например, в образцах проб мышечной ткани незрелых особей минтая активность в диапазоне pH 6-7 не превышает

**Таблица 3.** Показатели ВУС, содержания воды и ИЭТ для различных образцов макруруса / **Table 3.** Indicators of VUS, water content and IET for various samples of macrurus

Образец	ВУС, %	Содержание воды, %	ИЭТ
П	$44,4 \pm 0,9$	$67,9 \pm 4,1$	5,0
М	$47,5 \pm 1,2$	$74,4 \pm 3,4$	5,3
«Резинистый»	$32,2 \pm 4,2$	$66,12 \pm 3,2$	5,0

Примечание: n = 4, p < 0,05

0,9 Е/г, а в образцах проб мышечной ткани созревших особей сельди составляет более 6 Е/г [4; 11; 12]. Соответственно этому, активность протеаз не может в значительной степени влиять на консистенцию мышечной ткани черного макруруса в процессе его переработки.



**Рисунок 4.** Электрофореграммы разделения белковых фракций мышечной ткани черного макруруса: 1 – резиновый образец; 2 – крупноразмерный экземпляр; 3 – мелкоразмерный экземпляр; 4 – маркерные белки с указанием их молекулярной массы (кДа). А – масса проб – 0,5 г; Б – масса проб – 2,5 г.

**Figure 4.** Electrophoregrams of separation of protein fractions of black macrurus muscle tissue: 1 – a rubbery sample; 2 – a large-sized specimen; 3 – a small-sized specimen; 4 – marker proteins indicating their molecular weight (kDa). A – sample weight – 0.5 g; B – sample weight – 2.5 g.

Характерной особенностью глубоководных рыб, связанной с адаптацией к условиям обитания, является повышенная активность тканевой транслугтаминазы (ТГ). Основным субстратом для ТГ в мышечных системах является миозин. Под действием этого фермента образуются межмолекулярные сшивки, а полимеры миозина формируют прочные и эластичные гели. Колебания уровней активности ТГ весьма значительны у различных видов и у разных особей, в пределах вида, в зависимости от среды обитания, кормовой базы и физиологических условий. В процессе переработки рыб также наблюдается высокая изменчивость активности ТГ [13; 14]. Для определения активности ТГ нами была использована методика, основанная на изменении количества  $\epsilon$ -аминогрупп лизина в молекулах казеина, подвергнутых действию ТГ из экстракта тканей [9]. Для стандартных образцов количество остаточных немодифицированных  $\epsilon$ -аминогрупп лизина составило –  $0,024 \pm 0,009$  мкмоль//мл, для «резиновых» образцов –  $0,042 \pm 0,012$  мкмоль//мл. Известно, что среди глубоководных рыб наибольшая активность ТГ характерна для макруруса малоглазого [14]. Применяв данный метод к мышечной ткани этого объекта, мы получили значение  $0,032 \pm 0,008$  мкмоль//мл. Интерпретация полученных данных не позволяет сделать вывод о каком-либо существенном влиянии ТГ на образование «резиновой» консистенции мышечной ткани у макруруса черного.

Для того, чтобы исключить или подтвердить возможность присутствия в прилове другого вида рыб была проведена проверка видовой принадлежности «резиновых» образцов, представленных в виде тушек, методом ЭФ в ДСН-ПААГ. Метод основан на видовой специфичности качественного состава белков мышечной ткани рыб. Идентификацию проводят путем сравнения картин распределения белковых фракций анализируемого образца с референс-образцом. В качестве референсных используют образцы продукции, для которых точно установлена видовая принадлежность. В РФ для этих целей разработан ГОСТ Р 54414-2011 «Национальный стандарт Российской Федерации. Рыба и продукция из нее. Видовая идентификация рыбы методом электрофореза с додецилсульфатом натрия в полиакриламидном геле». Он распространяется на рыбу-сырец, охлажденную, мороженую, а также – отварную, копченую, соленую продукцию и фаршевые изделия. Результаты анализа приводят в виде электрофореграммы – картины распределения белков на пластинке ПААГ. В результате ЭФ выделенных белков из мышечной ткани референс-образцов из разных видов рыб могут быть получены аналогичные или отличающиеся друг от друга картины распределения белковых фракций. В зарубежных источниках также отмечена достоверность использования этого метода при обнаружении фальсифицированной рыбной продукции и подтверждения маркировки продукции [15].

На рисунке 4 представлены электрофореграммы разделения белков-маркеров, стандартных и «резиновых» образцов в указанных условиях.

В первичных экспериментах (рис. 4А) использовали навески по 0,5 грамма. Для «резинового» об-

**Таблица 4.** Активность протеолитических ферментов в мышечной ткани черного макруруса / **Table 4.** Activity of proteolytic enzymes in black macrurus muscle tissue

Образец	Активность, Е/г		
	pH 8,0	pH 6,0	pH 4,5
М	0,046±0,012	0,081±0,009	0,052±0,016
П	0,093±0,10	0,095±0,026	0,053±0,020
«Резинистый»	0,125±0,09	0,560±0,079	0,042±0,032

Примечание: n = 4, p < 0,05

разца обнаружили следовые количества белков, что не позволило оценить их распределение. Это свидетельствует о резких отличиях в состоянии мышечных белков этого образца, а именно: высокой степени денатурации и низкого содержания водо- и солерастворимых фракций. В следующем эксперименте мы увеличили навески в 5 раз. Только в этом случае удалось достаточно четко визуализировать компоненты «резинистого» образца (рис. 4Б).

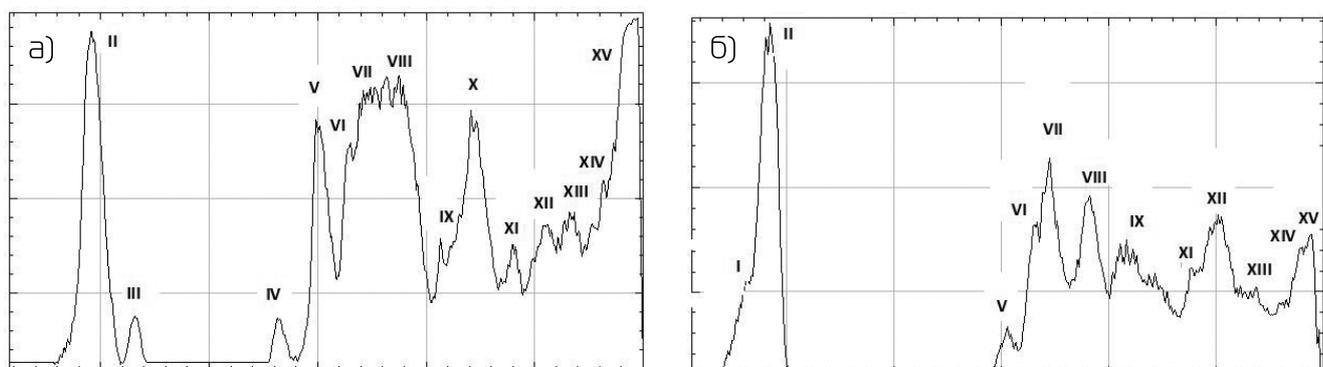
Как показано на рисунке 4, даже при 5-кратном увеличении навески, взятого для анализа материала, содержание белка в «резинистом» образце существенно меньше. Об этом свидетельствует интенсивность и ширина окрашенных полос. Для детальной характеристики и определения Мм белков было проведено сканирование пластинок с помощью компьютерной программы Image J. На рисунке 5 представлены денситограммы для образцов 1 и 2. Паттерн образца 3 полностью совпал с таковым для образца 2, поэтому на рисунке он не приведен.

При сопоставлении величин распределения маркерных белков по длине пробега был построен калибровочный график, позволивший определить Мм каждой из белковых фракций (пиков), присутствующих на денситограммах. Для стандартных образцов обнаружены фракции с Мм: 17 (II); 22 (III); 30(IV); 37(V) 45 (VI); 48(VII); 50(VIII); 55(IX); 60(X); 70(XI); 95(XII); 108 (XIII); 130 (XIV); 250 (XV) кДа. Для «резинистого» образца это распределение имело следующий вид: 12 (I); 37(V); 45 (VI); 48(VII); 50(VIII); 55(IX); 70(XI); 95(XII); 108 (XIII); 130 (XIV); 250 (XV) кДа. Для стандартных образцов

черного макруруса показана абсолютная идентичность распределения и количественного состава фракций. Для «резинистого» образца кроме, уже указанного, низкого содержания белка, отмечены следующие существенные различия: наличие фракции Мм 12 кДа; полное отсутствие белков с Мм 22, 30 и 60 кДа и значительное снижение содержания фракций с Мм 37 и 250 кДа.

Миофибрилярные белки, определяющие пищевую ценность и органолептические свойства мясной и рыбной продукции – актин (Мм 45-48 кДа) и миозин. Последний состоит из тяжелых (Мм 220-250 кДа) и легких цепей (Мм 15-27 кДа). В «резинистом» образце содержание миозина существенно ниже, чем в стандартных, а количество соединительнотканых – выше (табл. 2). Это определяет повышенную жесткость и упругость данного образца.

Основными видоспецифичными белками являются миогены и парвальбумины, сохраняющиеся при различных способах переработки [15; 16]. Термин «миоген» является собирательным понятием. В состав белков группы миогена входят миоглобин и разнообразные белки-ферменты, локализованные в митохондриях и катализирующие процессы тканевого дыхания, окислительного фосфорилирования, азотистый и липидный обмен. Мм белков этой группы варьируется в широком диапазоне значений от 60-90 до 120-150 кДа. Именно в этой области находится, отсутствующий в «резинистом» образце, компонент с Мм 60 кДа. Известно также, что при очень длительном низкотемпературном хранении значительно снижается содержание этого белка и, одно-



**Рисунок 5.** Денситограммы пластинок после разделения белков мышечной ткани стандартного экземпляра черного макруруса (А) и «резинистого» экземпляра (Б) с указанием номеров пиков, соответствующих отдельным молекулярным фракциям  
**Figure 5.** Densitograms of plates after separation of muscle tissue proteins of a standard black macrurus specimen (A) and a "rubbery" specimen (B) with indication of peak numbers corresponding to individual molecular fractions

временно, происходит накопление низкомолекулярных белковых компонентов. Соответственно этому только «резинистые» образцы содержали самый мелкий белковый компонент (12 кДа). Группа саркоплазматических белков – парвальбуминов – также сохраняет видоспецифичность, их Мм составляет 9-12 кДа. В этот диапазон попадает, присутствующий в «резинистом» образце, компонент с Мм 12 кДа.

Таким образом, на данном этапе исследования выявлены существенные различия в составе белковых фракций образцов с очевидной видовой принадлежностью и «резинистых» – в виде тушек. Для того, чтобы установить являются ли они следствием видоспецифичности, длительного хранения или других факторов необходимо проведение дополнительных исследований с возможностями детального биологического и биохимического анализа на статистически значимом количестве образцов с «резинистой» консистенцией.

### ВЫВОДЫ

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. Черный макрурус обладает высокой пищевой ценностью и может быть рекомендован как продукт диетического питания. Анализ образцов, обладающих «резинистой» консистенцией, показал их значительные различия по сравнению с цельными и потрошеными рыбами со стандартными параметрами. Основные отличия мышечной ткани касаются распределения белковых фракций в сторону снижения количества миофибриллярных и увеличения доли соединительнотканых белков и, связанных с этим, показателей ВУС мышечной ткани и степени денатурационных изменений в процессе термообработки. Одновременно не установлено существенных изменений в активности ферментов мышечной ткани. Изменения фракционного состава белков мышечной ткани могут быть связаны со сложными агрегационными изменениями белковых молекул, в результате постепенного вымораживания тканевой жидкости, частичной денатурации и коагуляции, приводящих к снижению растворимости, изменению заряда и Мм белковых фракций. Указанные превращения белков влияют на их гидратацию, ВУС мышечной ткани, её консистенцию и сочность, на устойчивость белков к действию пищеварительных ферментов. В наибольшей степени этим изменениям подвержены миофибриллярные белки. Подробный анализ белковых компонентов методом ЭФ выявил различия видоспецифических паттернов сравниваемых образцов. Однако окончательное заключение о видовой принадлежности может быть сделано после дальнейшего детального изучения.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Matsui T., Kato S., Smith S.E. Biology and potential use of Pacific Grenadier, *Coryphaenoides acrolepis*, off California // *Marine fisheries Review*. – 1990. – № 52(3). – P. 17.
- Kodolov L.S. Некоторые данные по биологии чёрного макруруса *Coryphaenoides acrolepis* // *Известия ТИНРО*. – 2003. – Т.134. – С. 144-151.
- Matsui T., Kato S., Smith S.E. Biology and potential use of Pacific Grenadier, *Coryphaenoides acrolepis*, off California // *Marine fisheries Review*. – 1990. – № 52(3). – P. 17.
- Kodolov L.S. Some data on the biology of the black macrurus *Coryphaenoides acrolepis* // *Izvestia TINRO*. – 2003. – Vol.134. – Pp. 144-151.
- Tuponogov V., Novikov N.P. Grenadier as an important reserve of Far Eastern deep-sea fisheries // *Fisheries*. – 2016. – № 6. – Pp. 54-60.
- Pivnenko T.N., Karpenko Yu.V., Krashchenko V.V., Pozdnyakova Yu.M., Esipenko R.V. Biochemical factors affecting the quality of products and the technology of processing deep-sea fish, the Giant Grenadier *Albatrossia pectoralis* // *Journal of Ocean University of China*. – 2020. – V.19. – Pp. 681-690. DOI:10.1007/s11802-020-4273-z
- Токранов А.М. Промысловые рыбы материкового склона прикамчатских вод. / А.М. Токранов, А.М. Орлов, Б.А. Шейко – Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2005. – 52 с.
- Tokranov A.M. Commercial fish of the mainland slope of the Kamchatka waters. / A.M. Tokranov, A.M. Orlov, B.A. Sheiko – *Petropavlovsk-Kamchatsky: Publishing house "Kamchatpress"*, 2005. – 52 p.
- Шульгина Л.В., Давлетшина Т.А. Пищевая ценность макруруса черного – объекта глубоководного промысла. Материалы конференции «Материалы и методы инновационных научно-практических исследований и разработок». – Уфа: Omega science, 2019. – С. 25-29.
- Shulgina L.V., Davletshina T.A. Nutritional value of the black macrurus – an object of deep-water fishing. Materials of the conference "Materials and methods of innovative scientific and practical research and development". – Ufa: Omega science, 2019. – Pp. 25-29.
- Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – 224 с.
- Handbook on the chemical composition and technological properties of marine and oceanic fish. – Moscow: VNIRO Publishing House, 1998. – 224 p.
- Одинцов А.Б. Использование рыб Атлантического Океана – М.: Колос-пресс, 2001. – 144 с.
- Odintsov A.B. The use of fish of the Atlantic Ocean – М.: Kolos-press, 2001. – 144 p.
- Dinnella C., Gargaro M.T., Rossano R., Monteleone E. Spectrophotometric assay using o-phthalaldehyde for the determination of transglutaminase activity on casein // *Food Chem.* – 2002. – V. 78(3). – Pp. 363-368. DOI:10.1016/S0308-8146(02)00109-7
- Tolano-Villaverde I.J., Torres-Arreola W., Ocaño-Higuera V.M., Marquez-Rios E. Thermal gelation of myofibrillar proteins from aquatic organisms // *CyTA Journal of Food*. – 2016. – V. 14(3). – Pp. 502-508. DOI: 10.1080/19476337.2015.1116024.
- Wasson D.H. Fish muscle proteases and heat induced myofibrillar degradation: A review. // *J. Aquat. Food Prod. Technol.* – 1992. – V. 1(2). – Pp. 23-41. DOI: 10.1300/J030v01n02\_05
- Цибизова М.Е. Субстратная специфичность протеолитических ферментов нетрадиционных объектов промысла Волго-Каспийского бассейна / М.Е. Цибизова, К.В. Костюрина // *Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство*. – 2009. – № 2. – С. 121-126.
- Tsibizova M.E. Substrate specificity of proteolytic enzymes of non-traditional fishing objects of the Volga-Caspian basin / M.E. Tsibizova, K.V. Kostyurina // *Vestn. Astrakhan State Technical University un-ta. Ser.: Fisheries*. – 2009. – No. 2. – Pp. 121-126.
- Dong S.X., Holley R.A. Factors influencing gel formation by myofibrillar proteins in muscle foods // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2011. – V.10. – Pp. 33-51. DOI:10.1111/j.1541-4337.2010.00137.x
- Karaulova E.P., Yakush E.V. The comparative study of myofibrillar proteins of skeletal muscle of some deep-sea fish species // *Journal of Fisheries Sciences*. – 2017. – V.11(2). – Pp. 1-8.
- Etienne M., Jérôme M., Fleurence J., Rehbein H. Identification of fish species after cooking by SDS-PAGE and urea IEF: a collaborative study August // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2000. – V. 48(7). – Pp. 2653-2658.
- Лисицын А.Б. Изучение фракционного состава белков мяса в процессе длительного холодильного хранения / А.Б. Лисицын, А.Н. Иванкин, Н.Л. Вострикова, И.А. Становова // *Все о мясе*. – 2014. – № 2. – С. 36-40.
- Lisitsyn A.B. Studying the fractional composition of meat proteins during long-term storage / A.B. Lisitsyn, A.N. Ivankin, N.L. Vostrikova, I.A. Stanovova // *All about meat*. – 2014. – No. 2. – Pp. 36-40.