



Научно-практический журнал  
Дальневосточного государственного  
технического рыбохозяйственного университета.  
Издается с 1996 года

Том 65  
3 | 2023

# НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА



ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА  
И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ  
УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ  
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

65

ISSN 2713-3222 (Online)

---



Научно-практический журнал  
Дальневосточного государственного  
технического рыбохозяйственного университета.  
Издается с 1996 года

Том 65  
3\2023

# НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

телефон: (423) 244-21-91  
e-mail: [nauch-tr@dgtru.ru](mailto:nauch-tr@dgtru.ru)  
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

---

**65**

SCIENTIFIC JOURNAL OF THE FAR EASTERN  
STATE TECHNICAL FISHERIES UNIVERSITY

## Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. № 3 (т. 65)

Научный журнал  
Издается с 1996 г.  
Выходит 4 раза в год

---

---

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет». Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 526; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

**Главный редактор** – Ю.С. Ключков, доктор технических наук, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

**Научный редактор** – О.И. Шестак, кандидат исторических наук, начальник Научного управления, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток

**Ответственный редактор** – Л.А. Харитоновна, директор ЦПД «Издательство Дальрыбвтуза», Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток

**Ответственный секретарь** – Л.Н. Зуева, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток

### **Редакционная коллегия:**

Н.Н. Ковалёв, доктор биологических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток – *ответственный редактор рубрики «Биотехнологии продуктов питания и биологически активных веществ»;*

С.В. Лисиенко, доктор технических наук, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток – *ответственный редактор рубрики «Рыбное хозяйство, аквакультура и промышленное рыболовство»;*

С.Н. Максимова, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток – *ответственный редактор рубрики «Пищевые системы»;*

Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток – *ответственный редактор рубрики «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)»;*

**В.Д. Богданов**, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

С.А. Бредихин, доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва;

Ли Вэй, кандидат биологических наук, профессор, Даляньский океанологический университет, Далянь, Китай;

И.А. Кадникова, доктор технических наук, профессор, Тихоокеанский филиал «ВНИРО» («ТИНРО»), Дальневосточный федеральный университет, Владивосток;

В.Н. Казаченко, доктор биологических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

Г.П. Кича, доктор технических наук, профессор, Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток;

А.И. Крикун, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

И.В. Матросова, кандидат биологических наук, доцент, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

О.Я. Мезенова, доктор технических наук, профессор, Калининградский государственный технический университет, Калининград;

Нгуен Ву Тхань, профессор, доктор наук, Департамент нематодологии Института экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ), Ханой, Вьетнам

Т.Н. Пивненко, доктор биологических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

С.Е. Поздняков, доктор биологических наук, профессор, Тихоокеанский филиал «ВНИРО» («ТИНРО»), Владивосток;

С.Д. Руднев, доктор технических наук, доцент, профессор, Кемеровский государственный университет, Кемерово;

Т.Н. Слуцкая, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

А.Н. Соболенко, доктор технических наук, профессор, Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток;

П.А. Стародубцев, доктор технических наук, профессор, Тихоокеанское высшее военноморское училище им. адм. С.О. Макарова, Владивосток;

О.В. Табакаева, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток;

Ю.В. Шокина, доктор технических наук, профессор, Мурманский государственный технический университет, Мурманск.



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ</b> .....	6
<i>Блинова А.Л.</i> Анализ информационной системы банка данных «Продукция России» .....	6
<i>Блинова А.Л.</i> Анализ правовых и нормативных документов по метрологическому обеспечению различных объектов .....	13
<i>Лаптева Е.П., Доскач Л.А.</i> Использование функциональной модели IDEF0 в процессе разработки интегрированных систем менеджмента для предприятий рыбной отрасли .....	19
<i>Тимчук Е.Г.</i> Разработка рекомендаций, позволяющих минимизировать погрешность измерения расхода жидких пищевых продуктов в пищевой промышленности .....	29
<i>Ткаченко Т.И., Гришиков М.А., Яценко М.Р.</i> О проблемах переработки рыбных отходов при производстве рыбной кормовой муки и возможные пути их решения .....	34
<b>РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО</b> .....	40
<i>Иванко Н.С., Лисиенко С.В.</i> О математическом инструментарии, используемом для решения практико-ориентированных задач организационно-управленческой направленности .....	40
<i>Ким Сен Ток</i> Характерные черты многолетней динамики промыслового стада тихоокеанской трески <i>Gadus macrocephalus</i> Til. Кунаширского пролива и смежных районов ее обитания .....	46
<i>Кириллов А.Ф., Сидорова Л.И., Апсолихова О.Д.</i> Гидробионты арктического пояса бассейна реки Яны .....	62
<i>Лисиенко С.В.</i> Минтай Японского моря: динамика распределения объемов квот добычи (вылова) для промышленного и прибрежного рыболовства в 2015–2022 гг. ....	71
<i>Марченко М.О., Бессонов Р.С., Дубина В.А., Круглик И.А.</i> Результаты спутникового радиолокационного мониторинга нефтяных разливов с судов в Татарском проливе Японского моря .....	82
<i>Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Коновалова К.В.</i> Программное обеспечение для определения физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов .....	91
<b>СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ (ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)</b> .....	103
<i>Ганнесен В.В., Петрова Е.Е.</i> Перспективы рыбодобывающей отрасли Приморского края через анализ возрастного состава рыболовных судов .....	103
<i>Руднев Б.И., Повалихина О.В.</i> Результаты экспериментального исследования параметров рабочего процесса, динамики тепловыделения и температуры пламени судового высокооборотного дизеля .....	110
<i>Руднев Б.И., Повалихина О.В.</i> Температурное состояние деталей камеры сгорания судового высокооборотного дизеля.....	120

## CONTENTS

---

---

<b>FOOD SYSTEMS</b> .....	6
<i>Blinova A.L.</i> Analysis of the information system of the data bank «Products of Russia».....	6
<i>Blinova A.L.</i> Analysis of legal and regulatory documents on metrological support of various objects .....	13
<i>Lapteva E.P., Doskach L.A.</i> Using the IDEF0 functional model in the process of developing integrated management systems for fishing industry enterprises .....	19
<i>Timchuk E.G.</i> Development of recommendations to minimize the measurement inaccuracy of liquid food consumption in the food industry .....	29
<i>Tkachenko T.I., Grishkov M.A., Yatsenko M.R.</i> On the problems of processing fish waste in the production of fish feed meal and possible solutions.....	34
<b>FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES</b> .....	40
<i>Ivanko N.S., Lisienko S.V.</i> About mathematical tools used to solve practice-oriented tasks of organizational and managerial orientation .....	40
<i>Kim Sen Tok</i> Features of long-term dynamics of Pacific cod <i>Gadus macrocephalus</i> Til. commercial stock in Kunashir Strait and in adjacent waters .....	46
<i>Kirillov A.F., Sidorova L.I., Apsolikhova O.D.</i> Hydrobionts of the arctic belt of the Yana river basin .....	62
<i>Lisienko S.V.</i> Pollock of the Sea of Japan: dynamics of distribution of production (catch) quotas for industrial and coastal fishing in 2015–2022 .....	71
<i>Marchenko M.O., Bessonov R.S., Dubina V.A., Kruglik I.A.</i> Results of satellite monitoring of oil spills from ships of Tatar Strait of the Sea of Japan.....	82
<i>Nedostup A.A., Razhev A.O., Nasenkov P.V., Konovalova K.V.</i> Software for determination of physical and mechanical properties of synthetic fishing materials .....	91
<b>MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)</b> .....	103
<i>Gannesen V.V., Petrova E.E.</i> Future expectations of the Primorsky Krai fishing industry through the fishing vessels age composition analysis .....	103
<i>Rudnev B.I., Povalikhina O.V.</i> Results of experimental investigation of parameters work of process, dynamics of heat emission and temperature of flame in marine high speed diesel .....	110
<i>Rudnev B.I., Povalikhina O.V.</i> Thermal condition of details combustion chamber of marine high speed diesel.....	120

## ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Обзорная статья

УДК 006.9

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-01>

### **Анализ информационной системы банка данных «Продукция России»**

**Анна Лобсановна Блинова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия, [blinova.AL@dgtru.ru](mailto:blinova.AL@dgtru.ru)

**Аннотация.** Принцип доступности документов в области стандартизации для всех заинтересованных лиц установлен на законодательном уровне. В отношении стандартной продукции этот принцип соблюдается: документы на ее изготовление находятся в свободном доступе в сети Интернет.

Технические условия и стандарты организаций являются интеллектуальной собственностью их разработчиков. Чтобы информация об отечественной продукции, выпускаемой по техническим условиям, стала доступна для изготовителей, поставщиков, а также органов власти создан Банк данных «Продукция России». С его помощью решается проблема сбора, обработки и доведения до пользователей достоверной информации о выпускаемой отечественной продукции для обеспечения деятельности предприятий, а также осуществления государственных закупок. Актуальность информации банка данных приобретает особую значимость в условиях санкций со стороны зарубежных государств, нарушивших сложившиеся связи с поставщиками.

Рассматривается информация, содержащаяся в банке данных «Продукция России», функции ответственных за формирование и ведение банка данных и возможности БД информировать заинтересованных пользователей.

**Ключевые слова:** банк данных «Продукция России», технические условия, каталожный лист, ФГБУ «Российский институт стандартов», региональные центры стандартизации и метрологии

**Для цитирования:** Блинова А.Л. Анализ информационной системы банка данных «Продукция России» // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 6–12.

## FOOD SYSTEMS

Review article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-01>

### **Analysis of the information system of the data bank «Products of Russia»**

**Anna L. Blinova**

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia, [blinova.AL@dgtru.ru](mailto:blinova.AL@dgtru.ru)

**Abstract.** The principle of accessibility of documents in the field of standardization for all interested parties is established at the legislative level. With regard to standard products, this principle is observed: the documents for its manufacture are freely available on the Internet.

Technical specifications and standards of organizations are the intellectual property of their developers. To make information about domestic products manufactured according to these documents available to manufacturers, suppliers, as well as authorities, a data bank "Products of Russia" has been created. With its help, the problem of collecting, processing and communicating to users reliable information about domestic products to ensure the activities of enterprises, as well as the implementation of public procurement, is solved. The relevance of the data bank information is of particular importance in the context of sanctions from foreign countries that have violated established relations with suppliers.

This article discusses what information is contained in the data bank "Products of Russia", who performs the function of forming and maintaining the data bank and what opportunities it can give to interested users.

**Keywords:** data bank «Products of Russia», technical specifications, catalog sheet, FSBI «Russian Institute of Standards», regional centers of standardization and metrology

**For citation:** Blinova A.L. Analysis of the information system of the data bank «Products of Russia». *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):6–12. (in Russ.).

## Введение

Одним из принципов стандартизации, установленных в Федеральном законе «О стандартизации в Российской Федерации», является принцип доступности для всех заинтересованных лиц информации о документах, на основе которых производится продукция, осуществляются ее идентификация, хранение, транспортирование и реализация [1].

К таким документам наряду со стандартами межгосударственными (ГОСТ) и национальными (ГОСТ Р) относятся технические условия (ТУ) и стандарты организации (СТО). В информационной системе общего пользования сети Интернет категории стандартов ГОСТ и ГОСТ Р находятся в свободном доступе. Доступ к сведениям о документах на продукцию, выпускаемую отечественными предприятиями по техническим условиям или стандартам организации, в том числе с целью решения вопроса импортозамещения, приобретает особую актуальность. Такие сведения содержатся в автоматизированном банке данных «Продукция России» (далее – БД), который аккумулирует информацию о более чем 2 млн конкретных видов продукции, производимой российскими предприятиями.

Цель исследования – информировать заинтересованных лиц о возможностях получения информации об отечественной продукции, выпускаемой по ТУ, в автоматизированном банке данных «Продукция России».

Задачи исследования:

1. Провести анализ содержания банка данных «Продукция России».
2. Рассмотреть функции ответственных за формирование и ведение БД.
3. Оценить возможности БД информировать заинтересованных пользователей о продукции, выпускаемой отечественными предприятиями.

Объект исследования – банк данных «Продукция России».

Предмет исследования – способы формирования, ведения и использования информации, находящейся в банке данных «Продукция России».

## Результаты и их обсуждение

До середины девяностых годов в Российской Федерации не было актуального источника информации о видах продукции, выпускаемых отечественными производителями по техни-

ческим условиям. Для решения этой проблемы 16 января 1996 г. было утверждено Постановление Правительства Российской Федерации № 37 «Об основных направлениях структурной перестройки промышленности». На основе положений этого постановления начались работы по созданию банка данных о выпускаемой по техническим условиям отечественной продукции (БД «Продукция России»).

Технические условия – это вид стандарта предприятия, утвержденный изготовителем продукции или исполнителем услуги, содержащий требования к качеству и безопасности продукции [1].

Анализ отечественного и зарубежного опыта сбора, обработки и доведения информации о продукции до потребителя, прежде всего, изготовителей продукции, свидетельствует, что в настоящих условиях наиболее эффективной является система каталогизации продукции.

Основой формирования базы данных стали каталожные листы (КЛП), которые являются неотъемлемым элементом технических условий. Разработчик ТУ (в большей степени предприятия-изготовители) заполняет КЛП и передает его в региональный центр стандартизации и метрологии для проверки правильности заполнения, регистрации и ввода в информационную базу банка данных «Продукция России».

Методика проведения работ по формированию и ведению единого банка данных изложена в правилах по стандартизации ПР 1323565.1002-2018 «Правила заполнения и представления каталожных листов продукции». В настоящее время автоматизированный банк данных «Продукция России» содержит информацию более чем о 400 тысячах каталожных листах на более двух миллионов видов отечественной продукции.

Применение информации банка данных «Продукция России» помогает предприятиям:

- сравнивать уровень предлагаемой продукции для выбора продукции с более прогрессивными показателями качества;
- с помощью маркетинговых исследований выбирать возможные рынки сбыта;
- кооперироваться с другими предприятиями-поставщиками сырья, материалов и полуфабрикатов для сокращения их номенклатуры с целью уменьшения затрат на их перевозку;
- обеспечивает независимость России от поставок зарубежного сырья и материалов.

БД находилась в ведении структуры Росстандарта России ФГУП «Стандартинформ» и региональных центров стандартизации и метрологии. После реорганизации методическое и практическое руководство работами по формированию и ведению этой базы осуществляет ФГБУ «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «РСТ»).

Каждая структура выполняет определённые функции по ведению базы данных [2].

На региональные ЦСМ возложены следующие работы:

- контроль правильности заполнения КЛП в ТУ предприятиями своих регионов;
- регистрация новых КЛП путем присвоения регистрационного номера;
- создание базы данных о продукции, изготавливаемой по ТУ в своих регионах;
- консультирование заинтересованных лиц региона по вопросам по ТУ продукции;
- направление требуемой информации в ФГБУ «РСТ».

Функции ФГБУ «РСТ»:

- формирование и актуализация базы данных по информации от региональных ЦСМ;
- оказание региональным ЦСМ методической и практической помощи по формированию и ведению баз данных;
- издание информационных указателей и каталога «Технические условия» на бумажных и электронных носителях;
- консультирование предприятий по вопросам работы с каталогами;
- проведение на договорной основе экспертизы ТУ и включения каталожного листа на продукцию в базу данных «Продукция России» и др.

Схематично сбор информации о продукции для базы данных «Продукция России» представлен на рис. 1.



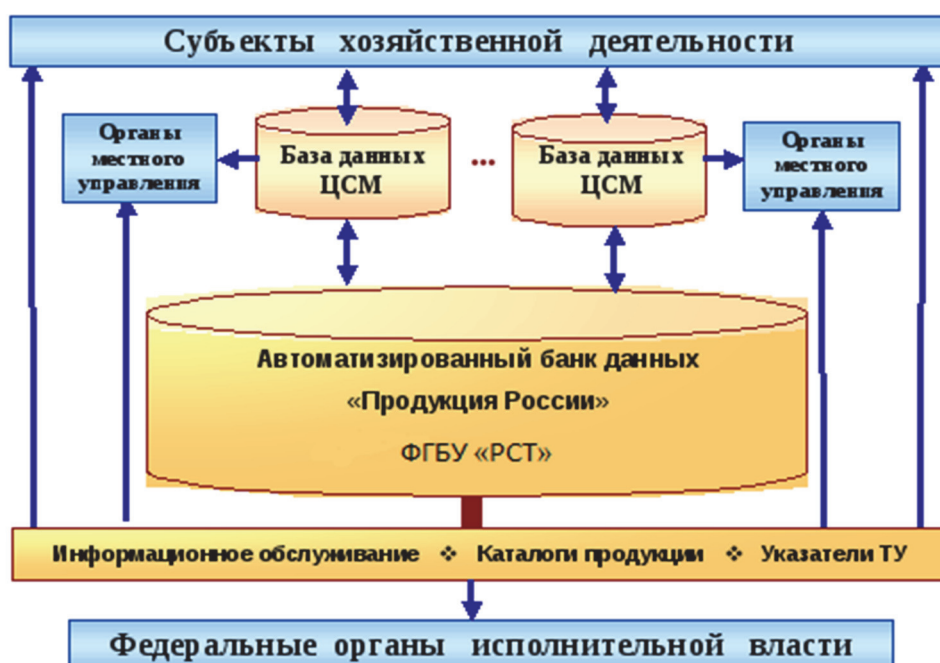


Рис. 1. Структура базы данных «Продукция России» [3]  
 Fig. 1. Structure of the database «Products of Russia» [3]

Схема включает субъекты хозяйственной деятельности как источник первичной информации, региональные центры стандартизации и метрологии, ФГБУ «РСТ», а также федеральные органы исполнительной власти.

Каталог заполняется с помощью КЛП, которые предоставляют в ЦСМ для регистрации держатели подлинника документа (разработчики ТУ или же сами изготовители продукции).

Предприятия-изготовители продукции используют базу данных для своих нужд:

- осуществляют бенчмаркинг в отношении конкурентов и их продукции;
- выбирают сырье, материалы и полуфабрикаты для собственной деятельности, в том числе у близко расположенных региональных производителей, взамен зарубежных;
- информируют о своей продукции потребителей, заинтересованных в ней, и др.

Для федеральных и региональных органов исполнительной власти анализ содержания БД может помочь в проведении аналитических исследований с целью образования новых предприятий, способных выпускать качественную продукцию с использованием имеющихся в банке данных технических условий.

В настоящее время база данных «Продукция России» представлена в виде информационного портала, правила функционирования которого основываются на интернет-технологиях с учетом накопленного опыта функционирования других региональных баз данных Росстандарта России. Общий банк данных находится на сервере ФГБУ «РСТ», к которому имеют доступ региональные ЦСМ. Портал обеспечивает прямой доступ предприятий к своим каталожным листам для оформления заявки на их регистрацию.

Структура портала с условным делением его на составные части показана на рис. 2.

Общедоступная часть портала позволяет:

- регистрироваться в базе данных;
- работать с классификаторами (ОКПД, ОКП, КГС и ОКС);
- знакомиться со всем реестром продукции, размещенной в базе данных, в том числе используя поиск по ряду реквизитов;
- иметь выход на порталы Росстандарта России, ФГБУ «РСТ» и доступ к общей информации о ЦСМ.

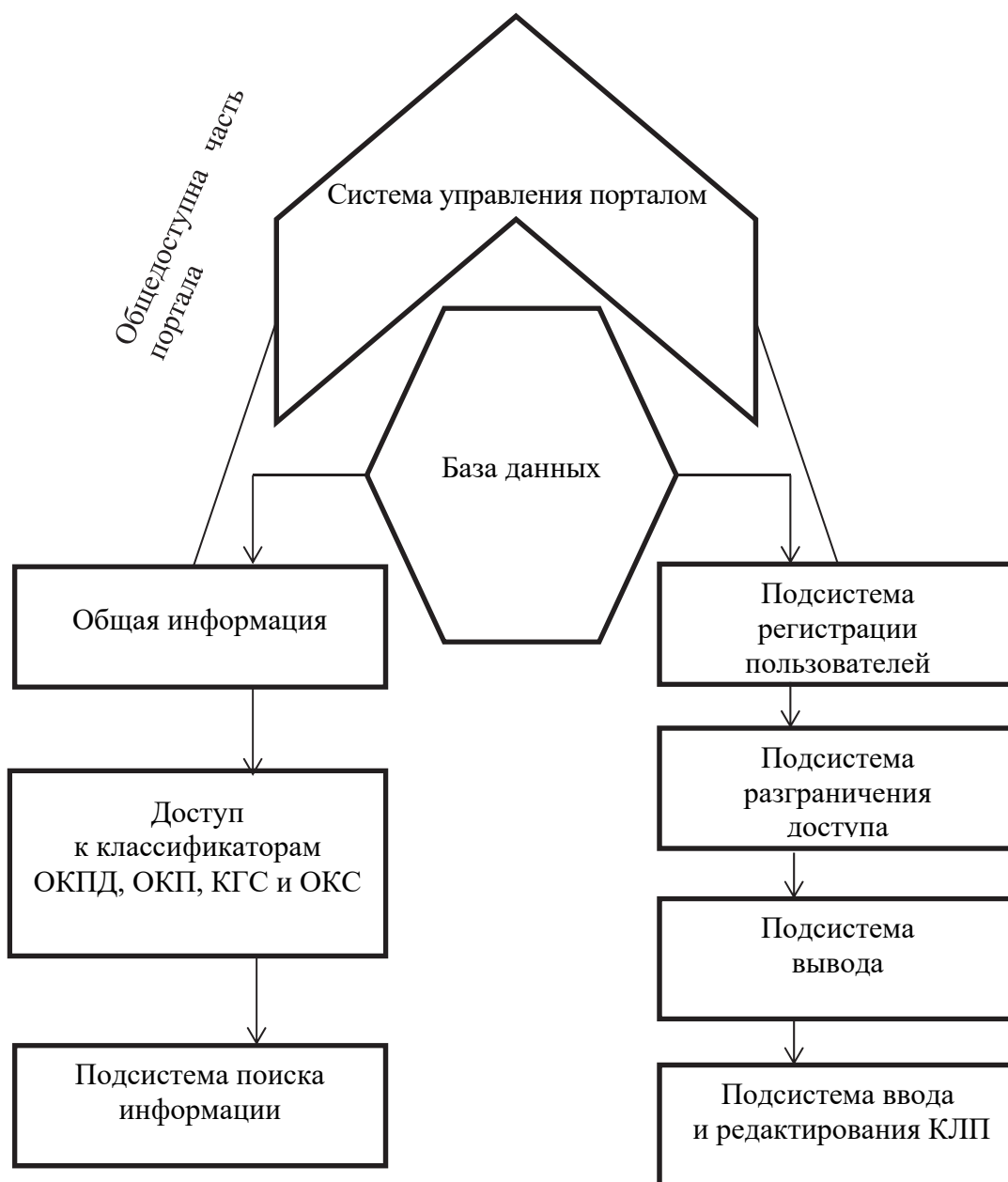


Рис. 2. Схема портала базы данных «Продукция России» [4]  
 Fig. 2. Diagram of the portal of the database «Products of Russia» [4]

Система имеет разграничение доступа на портал (сотрудник ЦСМ, сотрудник изготовителя продукции, новый пользователь), не позволяя тем, кто не зарегистрировался, пользоваться всей информацией банка данных. Незарегистрированный «гость» может получить только ограниченную информацию о продукции:

- номер регистрации каталожного листа;
- наименование продукции;
- обозначение документа в области стандартизации, по которому изготавливается искомая продукция.

В зависимости от места пользователя портал выдает определённые права и возможности. Например, роль «Сотрудник ЦСМ» обеспечивает доступ к разрешениям, которые позволят выполнять работу по вводу, редактированию и изменению каталожных листов.

Роль «Сотрудник изготовителя продукции» даст возможность ему разместить заявку на регистрацию нового КЛП, но информация о нем не будет доступна для заинтересованных лиц до тех пор, пока не будет принято решение о регистрации заполненного КЛП.

Введение такой системы обеспечивает защиту портала от вмешательства незарегистрированных пользователей.

Для того чтобы информация в базе данных «Продукция России» была актуальной, в Правилах по стандартизации (ПР 1323565.1.002-2018) содержится требование о том, что предприятия-держатели подлинников ТУ должны содержать информацию о ТУ в актуальном состоянии. При пересмотре или отмене ТУ информация об этом держателями подлинников должна направляться в ЦСМ и, соответственно, в банк данных «Продукция России».

Информация о ТУ хранится в банке данных в течение пяти лет со дня введения технических условий в действие. Через пять лет организация-держатель подлинника должна официально удостоверить действие ТУ, провести актуализацию документа, оформить новый каталожный лист, чтобы информация о ТУ не была исключена из реестра.

В построение портала заложены основы для дальнейшего его совершенствования и расширения: возможно добавление различных серверов и сервисов.

Портал базы данных «Продукция России» расположен на веб-сервере ФГБУ «Российский институт стандартизации» (<https://prodrf.gostinfo.ru/>) и продолжает интенсивно развиваться, в том числе на основе замечаний и предложений пользователей.

### **Заключение**

В условиях санкций актуальной становится проблема сбора, обработки и доведения до потребителей достоверной информации о выпускаемой отечественной продукции. Потребителями этой информации являются как предприятия-изготовители для обеспечения собственной деятельности и реализации готовой продукции, так и поставщики продукции, а также органы государственного управления для осуществления государственных закупок.

Носителем информации о продукции являются документы по стандартизации различных категорий, в соответствии с которыми она производится. Анализ отечественного опыта показал, что наиболее точная информация о продукции может быть получена непосредственно от предприятия-изготовителя.

В системе Росстандарта России функционирует автоматизированный банк данных «Продукция России». Работы по ведению и актуализации банка данных распределены между ФГБУ «РСТ» и региональными ЦСМ. Источником информации для формирования банка данных являются каталожные листы на продукцию, изготавливаемую по техническим условиям. Регистрация каталожных листов в банке данных позволяет довести информацию до всех заинтересованных пользователей. Эта информация актуальна, так как Правилами по стандартизации предусмотрена обязанность держателей подлинников технических условий вносить все изменения и обновления в документ, а также каждые пять лет обновлять каталожный лист на продукцию.

Таким образом, банк данных «Продукция России» обеспечивает соблюдение принципа стандартизации, установленного на законодательном уровне, доступность документов по стандартизации для всех пользователей

### **Список источников**

1. Федеральный закон от 29.06.2015 N 162-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О стандартизации в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420284277>.
2. Берновский Ю.Н., Григорьев А.В., Озиев Н.К. Банк Данных «Продукция России»: новые возможности информационной системы // Стандарты и качество. 2018. № 3. С. 38–42.

3. Автоматизированный банк данных «Продукция России» [Электронный ресурс]. <https://studfile.net/preview/6302616/page:13/>.

4. Банк данных «Продукция России» [Электронный ресурс]. <https://prodrf.gostinfo.ru/>.

### References

1. Federal Law No. 162-FZ of 29.06.2015 (as amended on 03.07.2016) "On Standardization in the Russian Federation" [Electronic resource]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/420284277> .

2. Bernovsky Yu.N., Grigoriev A.V., Ozniev N.K. Data Bank "Products Of Russia": new features of the information system // Standards and quality. 2018. No. 3. P. 38–42.

3. Automated data bank "Products of Russia" [Electronic resource]. [https://studfile.net/preview/6302616/page:13 /](https://studfile.net/preview/6302616/page:13/).

4. Data bank "Products of Russia" [Electronic resource]. <https://prodrf.gostinfo.ru/>.

### Сведения об авторе

А.Л. Блинова – старший преподаватель кафедры управления техническими системами, SPIN-код: 4170-6407, AuthorID: 1196497.

### Information about the author

A.L. Blinova – Senior Lecturer of the Department of Technical Systems Management, SPIN-code: 4170-6407, AuthorID: 1196497.

Статья поступила в редакцию 19.07.2023; одобрена после рецензирования 15.09.2023; принята к публикации 25.09.2023.

The article was submitted 19.07.2023; approved after reviewing 15.09.2023; accepted for publication 25.09.2023.

## ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Обзорная статья

УДК 006.91

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-02>

### **Анализ правовых и нормативных документов по метрологическому обеспечению различных объектов**

**Анна Лобсановна Блинова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия, [blinova.AL@dgtru.ru](mailto:blinova.AL@dgtru.ru)

**Аннотация.** Одной из целей современного производства является выпуск качественной конкурентной продукции за счет внедрения инноваций и прогрессивных технологий. Качество продукции напрямую зависит и от метрологического обеспечения производства как вида технического обеспечения, позволяющего проводить качественные измерения параметров продукции с заданной точностью и достоверностью результатов.

Метрологическая деятельность регулируется правовыми и нормативными документами как в области обеспечения единства измерений, так и технического регулирования, в том числе стандартизации. Анализ документов по метрологическому обеспечению объектов обнаружил в содержании ряда стандартов несоответствия, поэтому актуально гармонизировать их с законодательством РФ в рассматриваемой области деятельности.

Даны предложения по уточнению понятия «метрологическое обеспечение» в нормативных документах, а также определено значение метрологического обеспечения в метрологической деятельности.

**Ключевые слова:** метрологическое обеспечение, техническое регулирование, документы в области стандартизации, оценка соответствия, измерения

**Для цитирования:** Блинова А.Л. Анализ правовых и нормативных документов по метрологическому обеспечению различных объектов // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 13–18.

## FOOD SYSTEMS

Review article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-02>

### **Analysis of legal and regulatory documents on metrological support of various objects**

**Anna L. Blinova**

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia, [blinova.AL@dgtru.ru](mailto:blinova.AL@dgtru.ru)

**Abstract.** One of the goals of modern production is the production of high-quality competitive products through the introduction of innovations and advanced technologies. The quality of



products directly depends on the metrological support of production, as a type of technical support that allows for high-quality measurements of product parameters with a given accuracy and reliability of results.

Metrological activity is regulated by legal and regulatory documents both in the field of ensuring the uniformity of measurements and technical regulation, including standardization. The analysis of documents on metrological support of objects found non-compliance in the content of a number of standards, therefore, the harmonization of standardization documents with the legislation of the Russian Federation in the field of activity under consideration is an urgent action.

The article presents proposals to clarify the concept of "metrological support", and also defines the importance of metrological support in metrological activities.

**Keywords:** metrological support, technical regulation, documents in the field of standardization, conformity assessment, measurements

**For citation:** Blinova A.L. Analysis of legal and regulatory documents on metrological support of various objects. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):13–18. (in Russ.).

## Введение

Одной из задач, с помощью которых достигается цель стандартизации по повышению качества продукции и ее конкурентоспособности, является обеспечение единства измерений [1]. Под единством измерений понимается такое состояние измерений, при котором показатели точности определяемых количественных значений параметров объектов не выходят за установленные метрологическими нормами границы.

Для достижения такого состояния необходимо метрологическое обеспечение предприятий, выпускающих продукцию, подлежащую измерениям и испытаниям. В структуре законодательной базы в области технического регулирования и метрологии понятие «метрологическое обеспечение» отсутствует, а в документах по стандартизации как основы метрологического обеспечения оно неоднозначно.

Актуальность выбранной темы исследования заключается в необходимости привести в соответствие, в том числе к единообразию, понятие «метрологическое обеспечение» в структуре нормативной правовой базы в области технического регулирования (ТР), обеспечения единства измерений (ОЕИ) и стандартизации.

Цель исследования – на основе анализа существующей нормативной правовой базы в области метрологического обеспечения (МО) разработать рекомендации о приведении ее в соответствие и единообразии.

Задачи исследования:

1. Провести анализ содержания документов по стандартизации, являющихся фундаментом МО.
2. Сформулировать системные положения, устанавливающие границу между основной и обеспечивающей деятельностью в области МО.
3. Разработать рекомендации в части приведения в соответствие понятия «метрологическое обеспечение» в системе законодательства в области ТР и ОЕИ.

Объект исследования – нормативная правовая база в области МО.

Предмет исследования – роль МО в практической деятельности предприятий и приведение его понятий в соответствие с законодательными и нормативными документами.

Основной метод исследования – системный анализ действующих положений в области МО.

## Результаты и их обсуждение

Понятие «метрологическое обеспечение» появилось в начале шестидесятых годов прошлого века, связано оно было с процессами измерения (испытания) характеристик продукции с целью контроля ее качества. Работники, выполняющие эти процессы с помощью средств измерений, не имели понятия, что они осуществляют метрологическое обеспечение на предприятии. Принятые впоследствии законы «Об обеспечении единства измерений» и «О техническом регулировании» измерения формулировали неоднозначно: в первом – измерения и средства измерения – это объекты ОЕИ, а во втором – измерения, а также контроль качества и испытания продукции назвали способами оценки соответствия объектов. Само понятие «метрологическая деятельность» в этих законах не используется.

Структура нормативной и законодательной базы в области ТР, ОЕИ и стандартизации, относящейся к метрологическому обеспечению объектов, включает:

1. Федеральные законы – 4 наименования.
2. Указы Президента и постановления Правительства Российской Федерации – 20 наименований.
3. Приказы Министерства промышленности и торговли – 15 наименований.
4. Документы в области стандартизации – 20 наименований.

Вопросы деятельности в области метрологического обеспечения не содержатся в документах, перечисленных в позициях (1–3), но широко трактуются в документах по стандартизации (ДС). Это не соответствует правовым нормам, так как уровень ДС ниже уровня вышестоящих документов. Несоответствие также связано с тем, что объектами стандартизации в Федеральном законе «О стандартизации в Российской Федерации» являются продукция, процессы, системы менеджмента, измерения, методы испытаний, формы оценки соответствия и другие объекты, а метрологическое обеспечение отсутствует [1]. При этом разработано немало стандартов и продолжается их разработка, областью применения которых является метрологическое обеспечение.

Анализ стандартов, содержащих основы метрологического обеспечения разных объектов, показал их противоречивость друг другу, но главное, что в них основы МО приравнены к основам ОЕИ. В стандартах к объектам МО причисляют продукцию и процессы ее производства, которые на самом деле не являются таковыми, они всего лишь объекты измерений.

Рассмотрим трактовку понятия «метрологическое обеспечение» в следующих стандартах в области государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГСИ):

- ГОСТ Р 8.820-2013 «ГСИ. Метрологическое обеспечение. Основные положения»: понятие «метрологическое обеспечение» расплывчато, не носит конкретное определение; к операциям по МО отнесено проектирование измерений, своевременность измерений, планирование измерений и др., что таковыми не являются [2];

- ГОСТ Р 8.000-2015 «ГСИ. Основные положения»: в этот стандарт включили понятие «метрологическое обеспечение», идентичное вышерассмотренному стандарту, но не указали, на что распространяется МО и какие цели устанавливает; приведенные нормы и правила ГСИ не гармонизированы с документами по техническому регулированию и не выполнимы, так как в документах по техническому регулированию не содержится понятие «метрологическое обеспечение»; в подсистеме ГСИ нет объектов МО; к технической подсистеме ГСИ определены средства измерений, испытательное оборудование и др., которые являются объектами ОЕИ [3].

Это некорректное или ошибочное изложение некоторых положений в области МО в рассмотренных основополагающих стандартах распространилось в дальнейшем на другие документы по стандартизации.

Измерения характеристик продукции и процессов ее жизненного цикла регламентируются законодательством Российской Федерации в области технического регулирования в формах оценки соответствия, представленных на рис. 1.

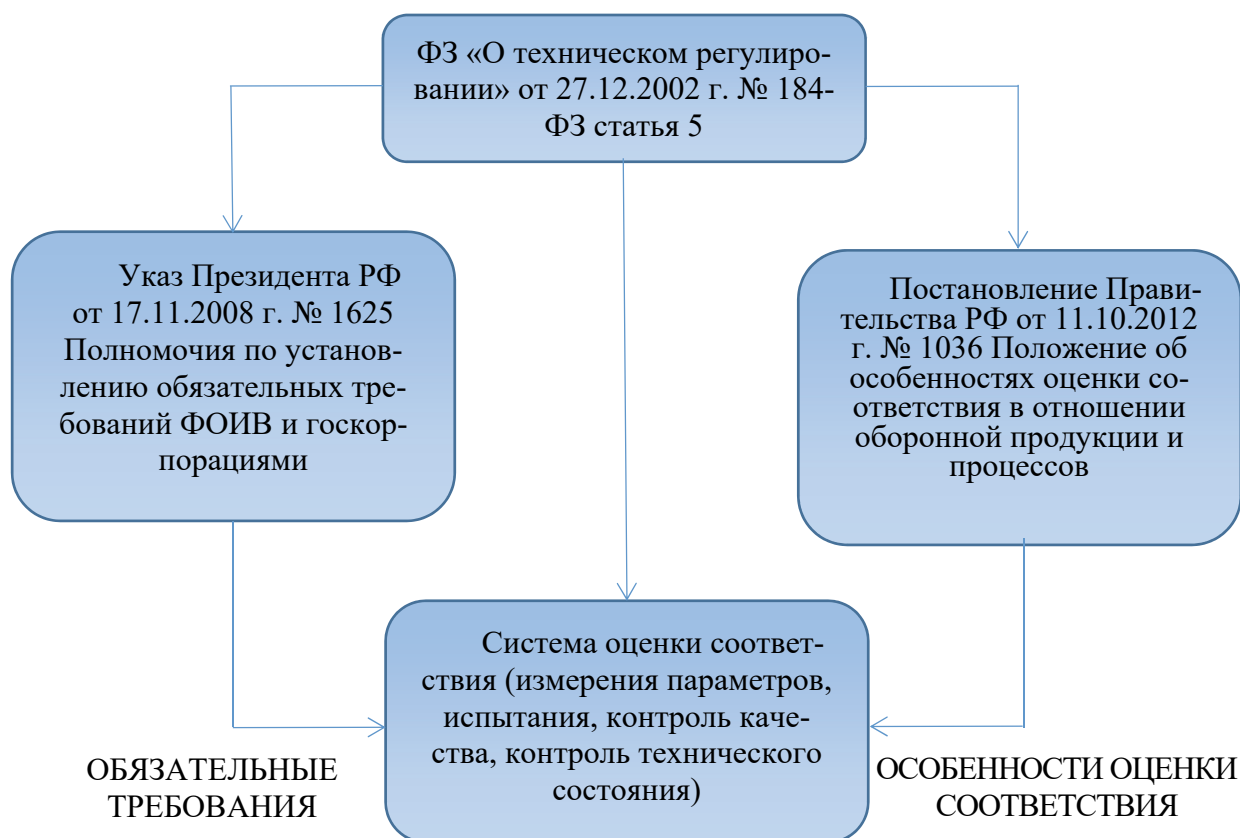


Рис. 1. Структура законодательства оценки соответствия продукции и процессов ее жизненного цикла

Fig. 1. Structure of legislation for conformity assessment of products and their life cycle processes

Кроме указанных на рис. 1, к объектам оценки соответствия относятся приемка, подтверждение соответствия, экспертиза, государственный контроль (надзор) за соблюдением обязательных требований к продукции и процессам, установленным в законодательном порядке.

Система оценки соответствия состоит из нормативной, методической, технической и организационной основы.

Нормативная основа включает:

- правовое законодательство России в области технического регулирования;
- документы по стандартизации по правилам измерений и испытаний (методики выполнения измерений, программы проведения испытаний, технические документы).

Техническая база состоит из средств измерений, оборудования для испытаний.

Организационную основу представляют:

- государственные заказчики (федеральные органы исполнительной власти и государственные корпорации);
- центры по испытаниям и их подразделения;
- организации, использующие продукцию.

Измерения – это самый достоверный способ количественной оценки соответствия различных объектов. Измерения могут использоваться как достаточная форма оценки соответствия, а также в совокупности с другими формами.

Роль измерений в системе оценки соответствия приведена на рис. 2.

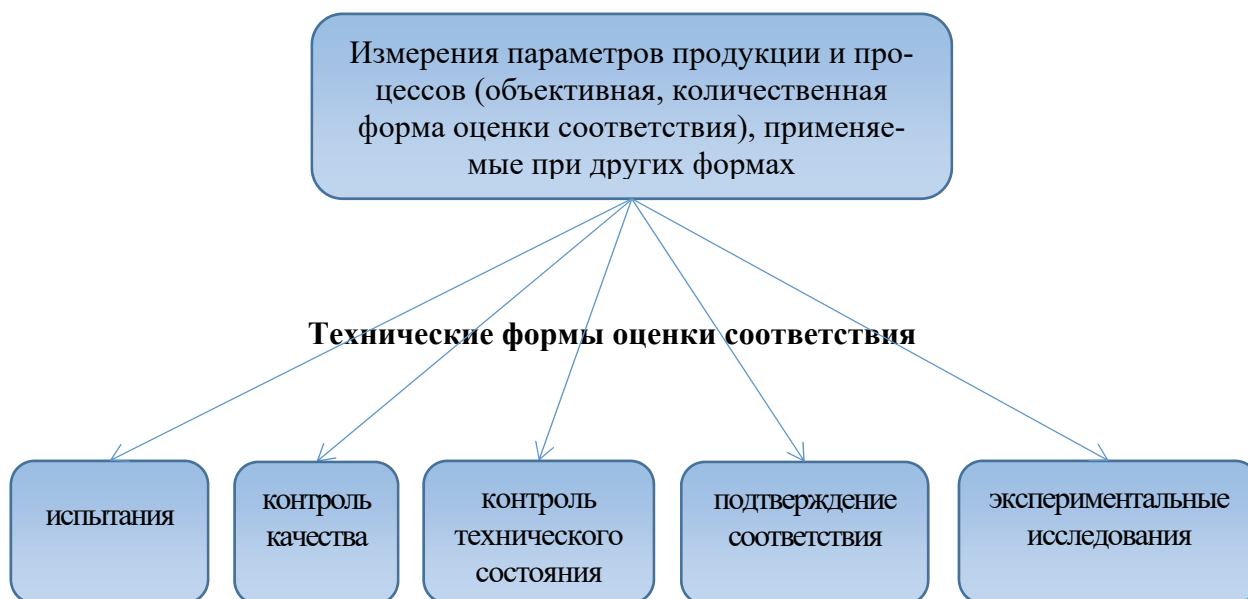


Рис. 2. Роль измерений в системе оценки соответствия объектов  
 Fig. 2. The role of measurements in the conformity assessment system of objects

### Заключение

Проведенный анализ законодательных и нормативных документов в области технического регулирования, обеспечения единства измерений, в том числе метрологического обеспечения, и стандартизации показал [4]:

1. Метрологическая деятельность, направленная на обеспечение жизненного цикла продукции и связанных с ней процессов, регламентируется правовыми основами в области технического регулирования и обеспечения единства измерений, а также положениями документов по стандартизации.

2. Определения понятия «метрологическое обеспечение», содержащиеся в стандартах, следует привести в соответствие с законодательством Российской Федерации и рассматривать как форму технического обеспечения субъектов хозяйственной деятельности силами созданных ими метрологических служб. Задача специалистов-метрологов – обеспечивать точность и достоверность результатов измерений (испытаний) на своих производствах.

3. Метрологическое обеспечение не имеет самостоятельных основ и задач, ими являются основы и задачи обеспечения единства измерений.

4. Объектом метрологического обеспечения является не продукция и другие объекты, а измерения и средства измерений их показателей.

5. К основной деятельности предприятий, связанной с продукцией и процессами ее жизненного цикла, относятся измерения и соответствующие средства измерений, ответственными за которыми в целом являются предприятия-изготовители, а к обеспечивающей деятельности относится качество измерений (их точность и достоверность), функция метрологической службы.

### Список источников

1. Федеральный закон от 29.06.2015 N 162-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О стандартизации в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420284277>.

2. ГОСТ Р 8.820-2013 «ГСИ. Метрологическое обеспечение. Основные положения». Введ. 2013-08-13. М.: Стандартинформ, 2019. 11 с.

3. ГОСТ Р 8.000-2015 «ГСИ. Основные положения». Введ. 2015-08-31. М.: Стандартинформ, 2015. 16 с.

4. Мамлеев Т.Ф., Храменков В.Н., Щеглов В.А. О содержании понятия «метрологическое обеспечение», месте и роли метрологического обеспечения в современной деятельности // Стандарты и качество. 2022. № 3. С. 22–26.

### References

1. Federal Law No. 162-FZ of 29.06.2015 (as amended on 03.07.2016) "On Standardization in the Russian Federation" [Electronic resource]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/420284277>.

2. GOST R 8.820-2013 "GSI. Metrological support. The main provisions". Introduction. 2013-08-13. Moscow: Standartinform, 2019. 11 p.

3. GOST R 8.000-2015 "GSI. The main provisions". Introduction. 2015-08-31. Moscow: Standartinform, 2015. 16 p.

4. Mamleev T.F., Khramenkov V.N., Shcheglov V.A. About the content of the concept of "metrological support", the place and role of metrological support in modern activities // Standards and quality. 2022. No. 3.P. 22–26.

### Сведения об авторе

А.Л. Блинова – старший преподаватель кафедры управления техническими системами, SPIN-код: 4170-6407, AuthorID: 1196497.

### Information about the author

A.L. Blinova – Senior Lecturer of the Department of Technical Systems Management, SPIN-code: 4170-6407, AuthorID: 1196497.

Статья поступила в редакцию 14.07.2023; одобрена после рецензирования 15.09.2023; принята к публикации 25.09.2023.

The article was submitted 14.07.2023; approved after reviewing 15.09.2023; accepted for publication 25.09.2023.



## ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья

УДК 658.51

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-03>

### **Использование функциональной модели IDEF0 в процессе разработки интегрированных систем менеджмента для предприятий рыбной отрасли**

**Евгения Петровна Лаптева<sup>1</sup>, Лидия Анатольевна Доскач<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

<sup>1</sup> [lapteva.ep@dgtru.ru](mailto:lapteva.ep@dgtru.ru) <http://orcid.org/0000-0002-5360-5594>

<sup>2</sup> [doskachlida724@gmail.com](mailto:doskachlida724@gmail.com)

**Аннотация.** Определен порядок организации работ по установлению требований к ИСМ с целью совершенствования методического подхода в создании интегрированной системы менеджмента (ИСМ) на предприятиях рыбной отрасли. В результате была построена блок-схема процесса установления требований к интегрированной системе менеджмента. Рассмотрена методология IDEF0 как еще один способ совершенствования методического обеспечения в процессе разработки интегрированной системы менеджмента для предприятий рыбной отрасли. По результатам предыдущего исследования разработанный алгоритм организации работ по установлению требований к ИСМ был детализирован и конкретизирован с помощью функциональной модели. Результатом данной работы стало построение функциональной модели IDEF0 «Порядок организации работ по установлению требований к ИСМ».

**Ключевые слова:** интегрированная система менеджмента, система менеджмента безопасности пищевой продукции, система экологического менеджмента, методология IDEF0

**Для цитирования:** Лаптева Е.П., Доскач Л.А. Использование функциональной модели IDEF0 в процессе разработки интегрированных систем менеджмента для предприятий рыбной отрасли // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 19–28.

## FOOD SYSTEMS

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-03>

### **Using the IDEF0 functional model in the process of developing integrated management systems for fishing industry enterprises**

**Evgenia P. Lapteva<sup>1</sup>, Lidia A. Doskach<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

<sup>1</sup> [lapteva.ep@dgtru.ru](mailto:lapteva.ep@dgtru.ru) <http://orcid.org/0000-0002-5360-5594>

<sup>2</sup> [doskachlida724@gmail.com](mailto:doskachlida724@gmail.com)

**Abstract.** In the article «Methodological support of an integrated quality management system for enterprises in the fishing industry» in order to improve the methodological approach in creating an integrated management system (IMS) at enterprises in the fishing industry, the article determined the procedure for organizing work to establish requirements for IMS. As a result, a flowchart of the process of establishing requirements for an integrated management system was built. In this article, the IDEF0 methodology was considered as another way to improve methodological support in the process of developing an integrated management system for fish industry enterprises. According to the results of the previous study, the developed algorithm for organizing work on establishing requirements for IMS was detailed and concretized using a functional model. The result of this work was the construction of a functional model IDEF0 «Procedure for organizing work to establish requirements for IMS».

**Keywords:** integrated management system, food safety management system, environmental management system, IDEF0 methodology

**For citation:** Lapteva E.P., Doskach L.A. Using the IDEF0 functional model in the process of developing integrated management systems for fishing industry enterprises. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):19–28. (in Russ.).

В связи с постоянным увеличением потребности в качественной и безопасной пищевой продукции у предприятий появляется необходимость в непрерывном совершенствовании инструментов управления качеством и безопасностью. Одним из современных способов управления качеством является интегрированная система менеджмента (ИСМ). Она подразумевает под собой единую систему, включающую в себя различные системы менеджмента, которые соответствуют требованиям международных стандартов. Но для предприятий, решивших создать ИСМ, возникает проблема в отсутствии единой методики разработки системы. Поэтому совершенствование методического обеспечения разработки ИСМ является актуальной задачей [1].

Первый этап работ по созданию типового алгоритма разработки интегрированной системы менеджмента для предприятий рыбной отрасли был отражен в работе Е.П. Лаптевой, Л.А. Доскач «Методическое обеспечение интегрированной системы менеджмента качества для предприятий рыбной отрасли» [2]. С целью совершенствования методического подхода разработки интегрированной системы менеджмента на предприятиях рыбной отрасли в работе был определен порядок организации работ по установлению требований к ИСМ. В результате была построена блок-схема процесса установления требований к интегрированной системе менеджмента. Для интегрирования стандартов отдельных систем менеджмента в единую систему был проведен анализ общих и специфических требований. Результатом работы является сравнение структурных элементов стандартов ГОСТ Р ИСО 22000-2019 и ГОСТ Р ИСО 14001-2016. На основании сравнительного анализа были определены требования к интегрированной системе и составлены рекомендации по документированной информации. С целью конкретизации и детализации разработанного подготовительного этапа разработки ИСМ было принято решение о применении методологии функциональных моделей IDEF0. Данный метод совершенствования процесса был выбран, так как IDEF0 дает полноту описания бизнес-процесса (управление, информационные и материальные потоки, обратные связи), комплексность при декомпозиции (мигрирование и туннелирование стрелок), возможность агрегирования и детализации потоков данных и информации (разделение и слияние стрелок).

Исходя из вышеизложенного, целью настоящих исследований является проектирование функциональной модели процесса разработки интегрированных систем менеджмента для предприятий рыбной отрасли в методологии IDEF0.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ принципов построения функциональной модели IDEF0;
- провести анализ этапов алгоритма организации работ по установлению требований к ИСМ и построить функциональные блоки;
- построить функциональную модель организации работ по установлению требований к ИСМ в методологии IDEF0.

Для проведения аналитических и практических исследований в работе выбраны следующие методы: теоретические методы исследования: сравнительный анализ (анализ и синтез), абстрагирование; нормативное моделирование процесса (проектирование); для обработки результатов используется обобщение.

Функциональная модель IDEF0 представляет собой диаграмму в виде отдельных функциональных блоков (изображаются в виде прямоугольника), в которых определены: входы процесса (изображаются горизонтальными стрелками, входящими в прямоугольник слева направо); выходы процесса (изображаются горизонтальными стрелками, выходящими из прямоугольника слева направо), исполнители процесса (изображаются вертикальными стрелками, входящими в прямоугольник снизу вверх) и управляющие воздействия (изображаются в виде вертикальных стрелок, входящих в прямоугольник сверху вниз). Преимуществами использования IDEF0 являются наглядность, взаимопонимание, простота и экономия времени, минимальная вероятность появления ошибки [3].

В ранее представленной работе [2] были определены требования подготовительного этапа разработки ИСМ. Они представлены на рис. 1.

В соответствии с блок-схемой первым важным этапом является обоснование целесообразности разработки именно интегрированной системы менеджмента как инструмента управлением качеством. При организации работ по разработке и внедрению ИСМ необходимо учитывать большое количество различных факторов, способных оказывать влияние на данный процесс. При этом необходимо рассмотреть следующее:

- наличие уже действующих на предприятии систем менеджмента;
- требования и ожидания заинтересованных сторон;
- структура систем и их однотипность;
- стабильность организационной структуры предприятия.

Процесс самооценки и выявления уровня зрелости предприятия обеспечит объективное решение о целесообразности и необходимости ИСМ для производителя (рис. 2). Выбор методики самооценки не регламентируется, поэтому предприятие выбирает самостоятельно, каким способом оценить зрелость предприятия. Входом в процесс является внутренняя документация предприятия и отчеты о результатах деятельности предприятия, выходом является отчет о результатах самооценки предприятия. Процесс выполняется по решению высшего руководства, проводится рабочей группой аудиторов, при необходимости привлекаются внешние эксперты. По результатам самооценки зрелости принимается окончательное решение о разработке ИСМ. После определения целей и задач внедрения ИСМ, выработки стратегии и принятия решения о выделении необходимых ресурсов следует приступить к следующей стадии – проектирование ИСМ [4].

Следующим этапом является определение подхода разработки ИСМ. Входом в процесс является отчет о результатах самооценки, выходом – обоснование выбора подхода к разработке интегрированной системы менеджмента. Процесс осуществляется рабочей группой. Чаще всего команда состоит из специализированных подгрупп, каждая из которых будет заниматься своей подсистемой. Также в команду по разработке могут приглашаться внешние эксперты. На рис. 3 представлена структура рабочей группы.

Рабочая группа определяет подход из того, на каком уровне находится общая система менеджмента. Подход «с нуля» применяют предприятия, которые не имеют ранее разрабо-

танные и внедренные системы менеджмента, существуют лишь отдельные элементы систем. Подход с параллельной разработкой автономных систем менеджмента и после проверки работоспособности этих систем интеграция в единую систему применяется на предприятиях с высокой финансовой стабильностью, так как данный метод требует больших затрат. При наличии уже разработанной базовой системы на предприятии возможна последовательная интеграция одной или более систем (наиболее удобный и простой в применении метод). Функциональный блок данного этапа представлен на рис. 4.

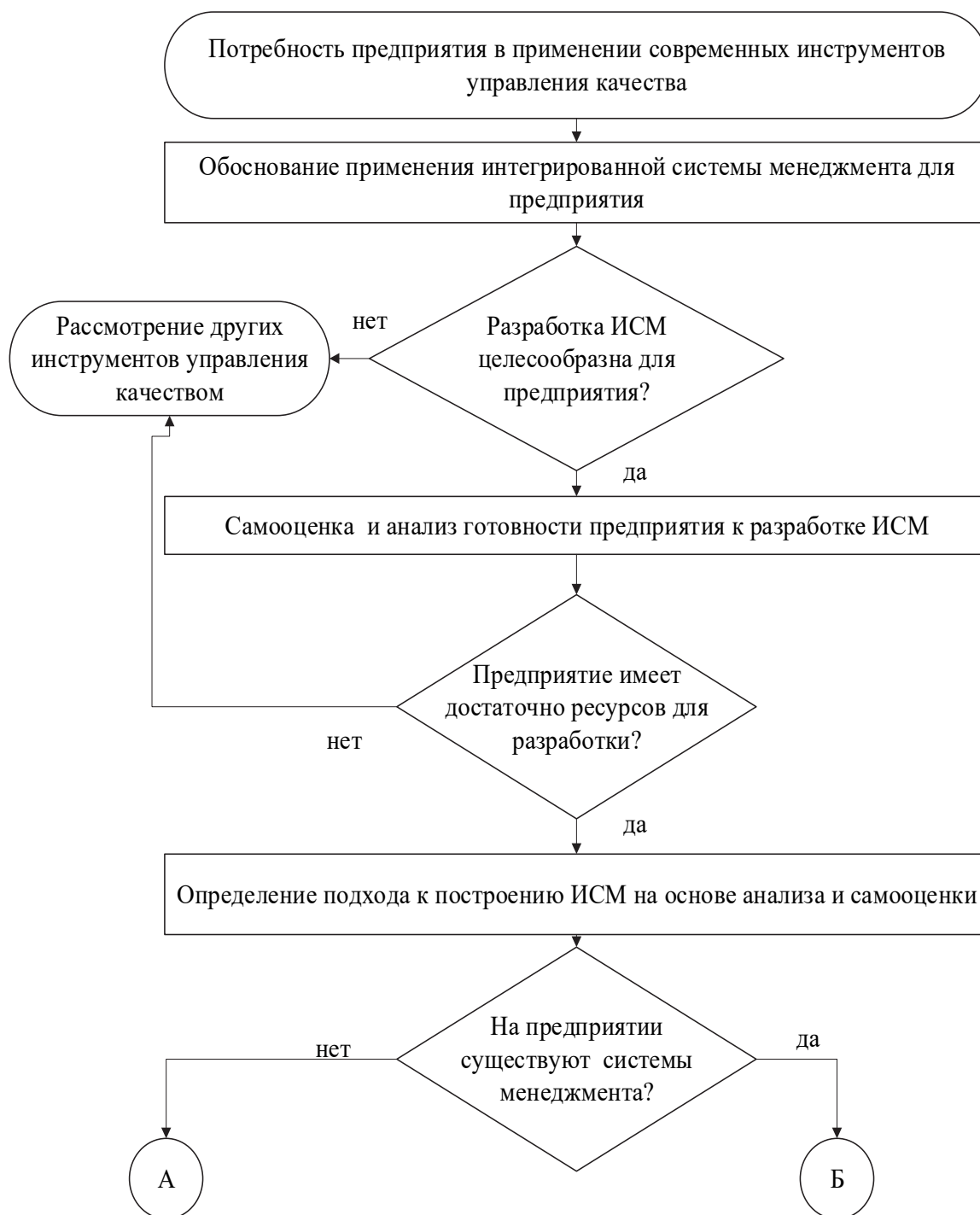


Рис. 1. Порядок организации работ по установлению требований к ИСМ (начало)  
 Fig. 1. The procedure for organizing work to establish requirements for ISM (beginning)

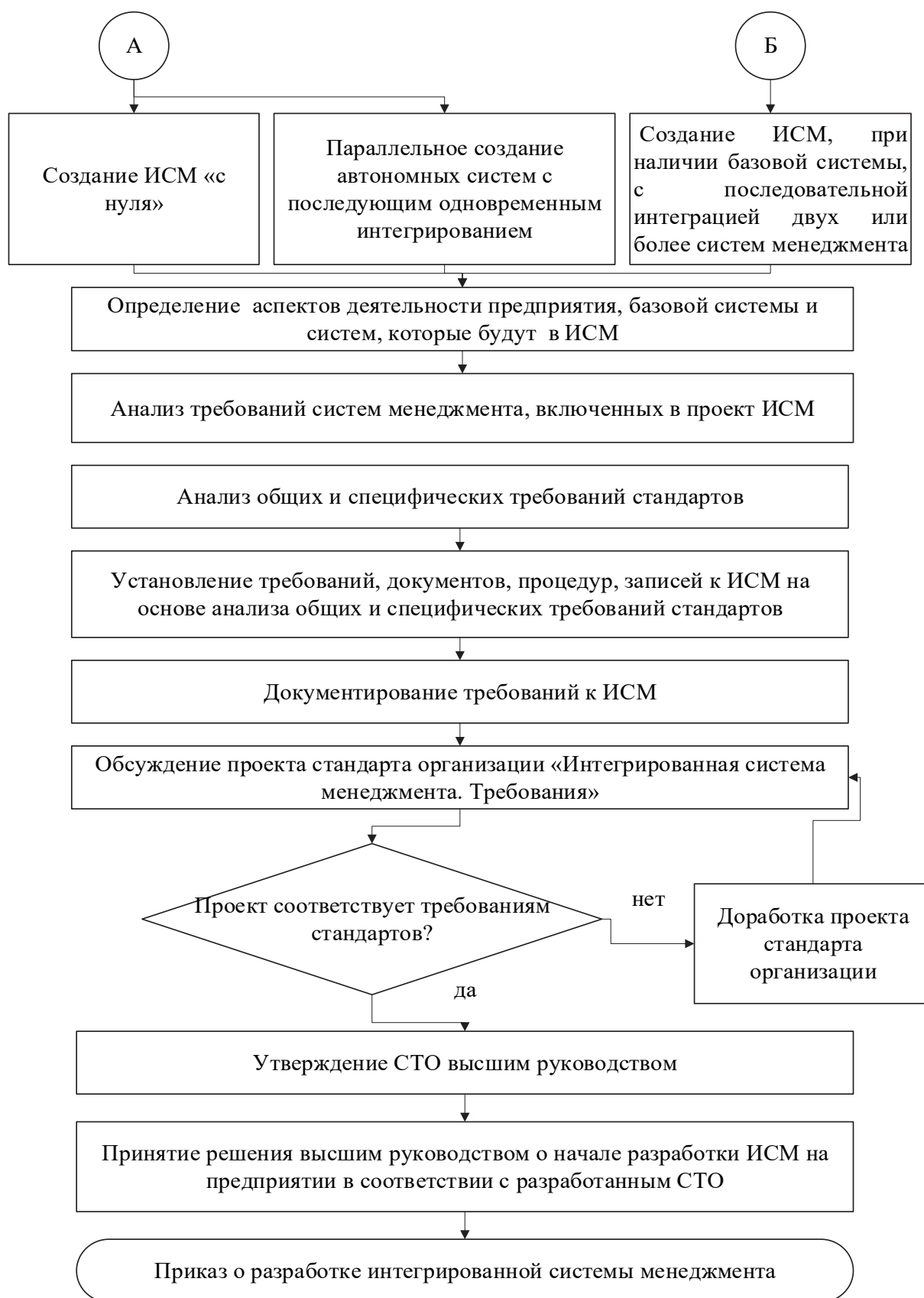


Рис. 1. Порядок организации работ по установлению требований к ИСМ (окончание)  
 Fig. 1. The procedure for organizing work to establish requirements for ISM (ending)





Рис. 2. Функциональный блок A1 «Самооценка и анализ готовности предприятия к разработке ИСМ»  
 Fig. 2. Functional block A1 «Self-assessment and analysis of the company's readiness to develop ISM»

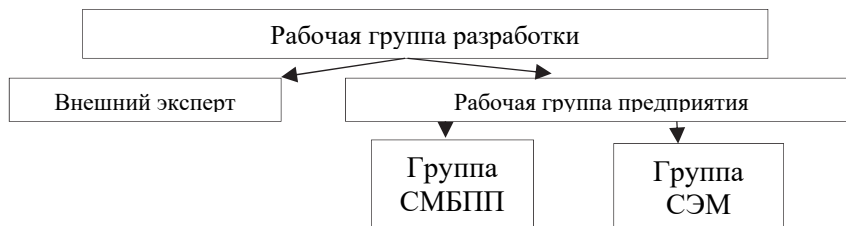


Рис. 3. Структура рабочей группы разработки ИСМ  
 Fig. 3. Structure of the ISM Development Working Group



Рис. 4. Функциональный блок A2 «Определение подхода к построению ИСМ»  
 Fig. 4. Functional block A2 «Definition of an approach to building an ISM»

Следующим этапом является анализ структурных элементов требований основополагающих стандартов выбранных систем. Интеграция систем возможна из-за схожести структур основополагающих стандартов. Результатом анализа является сравнение общих и специфических требований стандартов. Этот этап нужен для установления требований к интегрированной системе. Необходимо провести анализ требований стандартов и их согласованность, а также рассмотреть используемую терминологию и определить принципы разработки документированной информации. Входом является обоснование выбора подхода к разработке ИСМ, выходом – перечень общих и специфических требований стандартов, перечень требований к ИСМ, перечень документов, записей и процедур к ИСМ. Выполняется этап рабочей группой разработки. Основой для определения требований являются основополагающие международные стандарты, такие как ГОСТ ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» и ГОСТ Р ИСО 22000-2019 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции» (рис. 5).

Далее предприятие разрабатывает проект стандарта организации, в котором документирует структуру и содержание требований к интегрированной системе менеджмента. Входом на данном этапе является выход из блока «Определение требований к ИСМ», выходом – утверждение требований к интегрированной системе менеджмента для предприятий рыбной отрасли. Стандарт организации разрабатывает рабочая группа, а утверждает высшее руководство предприятия (рис. 6).

Последним шагом подготовительного этапа работ проектирования ИСМ является принятие решения о начале разработки ИСМ на предприятии в соответствии с требованиями, установленными в стандарте организации «Интегрированная система менеджмента. Требования». Руководство предприятия принимает результаты деятельности рабочей группы, анализирует сведения проделанной работы. В результате высшее руководство издает приказ о разработке интегрированной системы менеджмента (рис. 7).

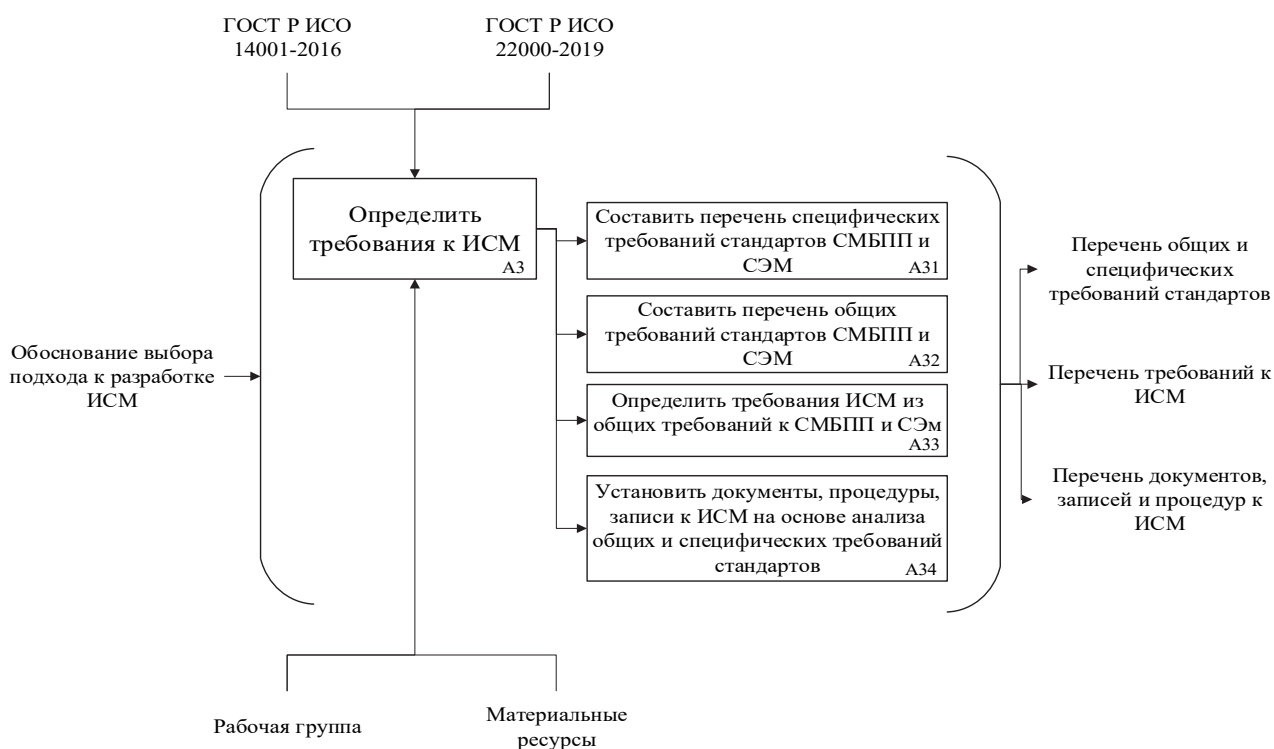


Рис. 5. Функциональный блок А3 «Определение требований к ИСМ»  
 Fig. 5. Functional block A3 «Definition of ISM requirements»

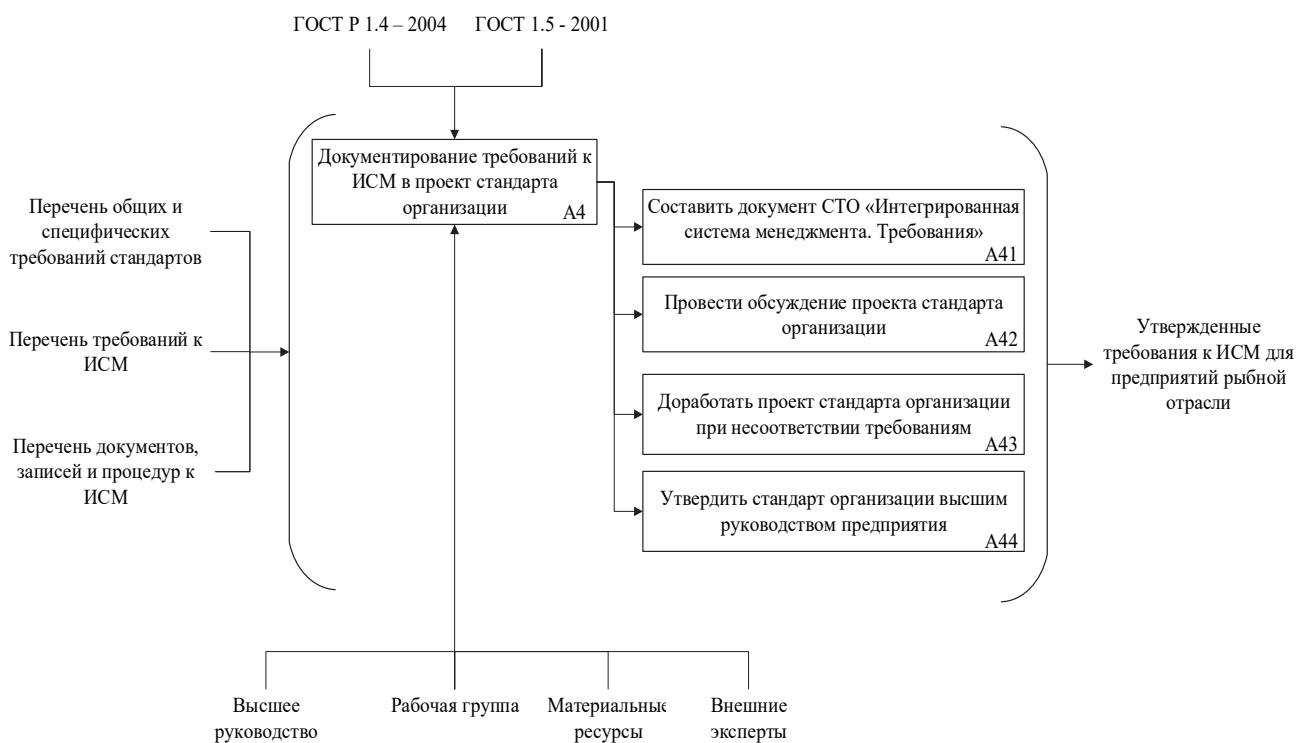


Рис. 6. Функциональный блок А4 «Документирование требований к ИСМ в проект стандарта организаций»

Fig. 6. Functional block A4 «Documenting the ISM requirement in the draft standard of organizations»

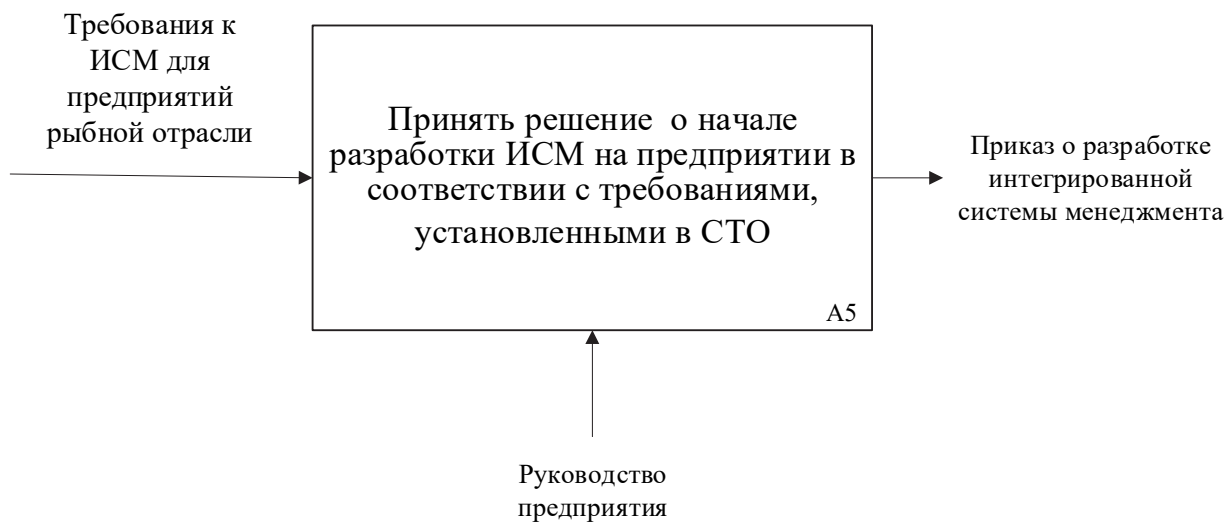


Рис. 7. Функциональный блок А5 «Принять решение о начале разработки ИСМ на предприятии»

Fig. 7. Functional block A5 «To make a decision on the start of ISM development at the enterprise»

После определения этапов была построена функциональная модель процесса проектирования требований к интегрированной системе менеджмента для предприятий рыбной отрасли в методологии IDEF0 (рис. 8). Модель представляет собой взаимосвязь вышеописанных функциональных блоков, которая осуществляется по принципу процессного подхода, т.е. выход одного процесса является входом в последующий.

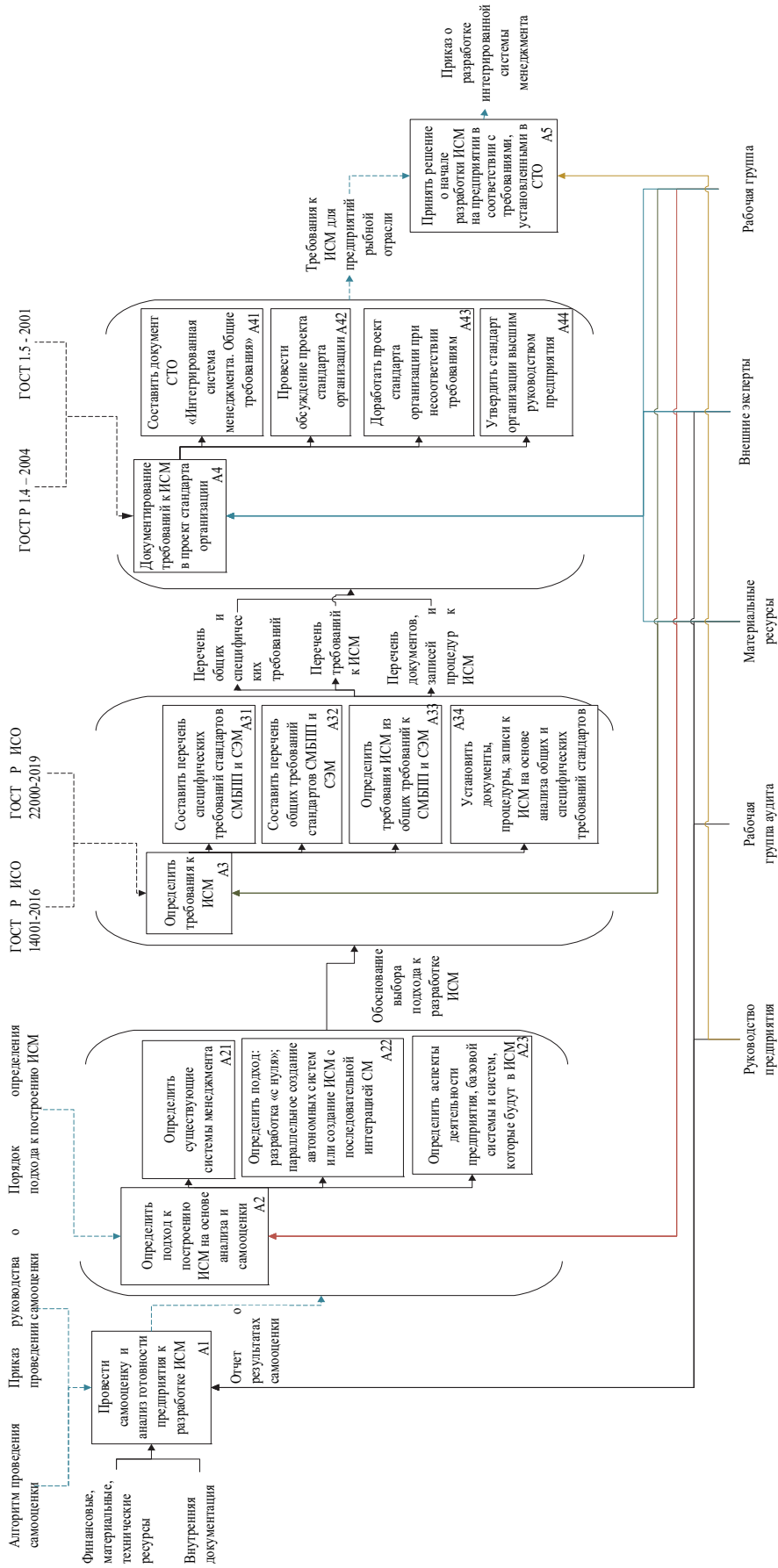


Рис. 8. Функциональная модель IDEF0 «Порядок организации работ по установлению требований к ИСМ»  
 Fig. 8. Functional model IDEF0 «The procedure for organizing work to establish requirements for ISM»

Таким образом, в результате проведенных исследований была разработана функциональная модель «Порядок организации работ по установлению требований к ИСМ» на основе применения функциональной методологии IDEF0, а также представлены основные этапы процесса подготовительного этапа разработки ИСМ в виде функциональных блоков, которые отражают функции и задачи каждого этапа и характер взаимосвязей между ними. Построенная модель способна обеспечить полное представление как о функционировании обслежуемого процесса, так и обо всех имеющих в нем место потоках информации и материалов. Функциональная модель позволяет четко определить распределение ресурсов между операциями процесса.

#### Список источников

1. Меркушова Н.И. Интегрированные системы менеджмента: предпосылки создания на российских предприятиях. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2013. № 12(59). С. 327–331.
2. Лаптева Е.П., Доскач Л.А. Методическое обеспечение интегрированной системы менеджмента качества для предприятий рыбной отрасли // Материалы Нац. науч.-техн. конф. «Перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: техника, технологии и управление качеством». Владивосток: Дальрыбвтуз, 2023. С. 109–111.
3. Грекул В.И., Денищенко Г.Н., Коровкина Н.Л. Проектирование информационных систем Интернет-университет информационных технологий. 2-е изд. М.: Бином. Лаборатория знаний Интуит. Серия: Основы информационных технологий, 2008. 300 с.
4. Чижова Т.А. Понятие самооценки организации. Текст: непосредственный // Наука и образование сегодня. 2017. № 2(13).

#### References

1. Merkusheva N.I. Integrated management systems: prerequisites for creation at Russian enterprises. Text: direct // Young scientist. 2013. № 12(59). P. 327–331.
2. Lapteva E.P., Doshach L.A. Methodological support of an integrated quality management system for fishing industry enterprises // Materials of the National Scientific and Technical Conference "Prospects for the development of the food industry and public nutrition: technology, technology and quality management". Vladivostok: Far Eastern State Technical Fisheries University, 2023. P. 109–111.
3. Grekul V.I., Denishchenko G.N., Korovkina N.L. Designing information systems Internet University of Information Technologies. 2nd ed. Moscow: Binom. Intuit Knowledge Laboratory Series: Fundamentals of Information Technology, 2008. 300 p.
4. Chizhova T.A. The concept of self-assessment of the organization. Text: direct // Science and education today. 2017. № 2(13).

#### Информация об авторах

Е.П. Лаптева – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления техническими системами, SPIN-код: 6729-7689, AuthorID: 364951;  
Л.А. Доскач – магистр группы СТМ-212.

#### Information about the authors

E.P. Lapteva – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Systems Management, SPIN-code: 6729-7689, AuthorID: 364951;  
L.A. Doshach – Master's degree student of the STm-212 group.

Статья поступила в редакцию 21.09.2023; одобрена после рецензирования 23.09.2023; принята к публикации 26.09.2023.

The article was submitted 21.09.2023; approved after reviewing 23.09.2023; accepted for publication 26.09.2023.

## ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья

УДК 664:658.562

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-04>

### **Разработка рекомендаций, позволяющих минимизировать погрешность измерения расхода жидких пищевых продуктов в пищевой промышленности**

**Егор Геннадьевич Тимчук**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия, [timchuk.eg@dgtru.ru](mailto:timchuk.eg@dgtru.ru), <http://orcid.org/0000-0003-2473-2081>

**Аннотация.** Одним из наиболее значимых контролируемых показателей жидких пищевых продуктов, таких как молочная или соковая продукция, является их расход. Проблема измерения расхода жидких пищевых продуктов – их стремление к вспениванию при перемещении в трубопроводах. Образующаяся пена негативным образом сказывается на точности средств измерения расхода жидких пищевых продуктов, что ухудшает качество готовой продукции вследствие уменьшения точности выполнения технологических стандартов и уменьшает эффективность производства.

Представлена разработка рекомендаций по оснащению пищевых производств оборудованием, позволяющих минимизировать погрешность измерения расхода жидких пищевых продуктов. Для этого проведен анализ способов ингибирования процесса пенообразования в жидких пищевых продуктах, разработана экспериментальная установка, оценены погрешности измерения расхода жидких пищевых продуктов в экспериментальной установке и формализованы рекомендации.

**Ключевые слова:** пищевая промышленность, минимизация погрешности измерения расхода, рекомендации

**Для цитирования:** Тимчук Е.Г. Разработка рекомендаций, позволяющих минимизировать погрешность измерения расхода жидких пищевых продуктов в пищевой промышленности // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 29–33.

## FOOD SYSTEMS

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-04>

### **Development of recommendations to minimize the measurement inaccuracy of liquid food consumption in the food industry**

**Egor G. Timchuk**

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia, [timchuk.eg@dgtru.ru](mailto:timchuk.eg@dgtru.ru), <http://orcid.org/0000-0003-2473-2081>

**Abstract.** One of the most significant controlled indicators of liquid food products, such as dairy or juice products, is their consumption. The problem of measuring the flow of liquid food products is their tendency to foam when moving in pipelines. The resulting foam negatively affects the accuracy of liquid food flow measurement tools, which worsens the quality of finished products due to a decrease in the accuracy of technological standards and reduces production efficiency.

Therefore, this article is devoted to recommendations on equipping food production facilities to minimize the error in measuring fluid flow. For this purpose, the analysis of methods for inhibiting the foaming process in liquid foods was carried out, an experimental setup was developed, errors in measuring the flow of liquid in the experimental setup were estimated and recommendations were formalized.

**Keywords:** food industry, minimization of flow measurement error, recommendations

**For citation:** Timchuk E.G. Development of recommendations to minimize the measurement inaccuracy of liquid food consumption in the food industry. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):29–33. (in Russ.).

## Введение

В соответствии со стратегией повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 года существует необходимость повышения эффективности контроля соответствия пищевой продукции обязательным требованиям [1].

Контроль соответствия пищевой продукции обязательным требованиям осуществляется преимущественно при помощи средств измерений. Одним из наиболее значимых контролируемых показателей жидких пищевых продуктов, таких как молочная или соковая продукция, является их расход. Проблема измерения расхода жидких пищевых продуктов – их стремление к вспениванию при перемещении в трубопроводах. Образующаяся пена негативным образом сказывается на точности средств измерения расхода жидких пищевых продуктов, что ухудшает качество готовой продукции вследствие уменьшения точности выполнения технологических стандартов и уменьшает эффективность производства.

Вопросами ингибирования процесса пенообразования в пищевой и иных отраслях промышленности занимались такие зарубежные и отечественные ученые, как Альберт Бюттикер, Хольгер Келлер, Даррен Бейтс, Терещенко И.А., Поляков А.В., Бойко С.И., Аксенов А.А., Шуваткин Р.К. [2–4]. Но известные работы посвящены ингибированию процесса пенообразования в отраслях, не связанных с пищевой промышленностью [3, 4] или связанных с использованием энергозатратных генерирующих ультразвук устройств [2], и не решают заявленную проблему.

Цель работы: рекомендации по оснащению пищевых производств оборудованием, позволяющие минимизировать погрешность измерения расхода жидких пищевых продуктов.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- анализ способов ингибирования процесса пенообразования в жидких пищевых продуктах;
- разработка экспериментальной установки;
- оценка погрешности измерения расхода жидких пищевых продуктов в экспериментальной установке;
- формализация рекомендаций.

На первом этапе провели анализ способов ингибирования процесса пенообразования в жидких пищевых продуктах. Можно выделить следующие способы:

- способ ингибирования с помощью ультразвука;
- способ ингибирования с помощью пеногасителей (антифламингов);
- способ ингибирования с помощью устройств подготовки потока (струевыпрямителей).

Ультразвуковая обработка имеет целый ряд положительных эффектов:

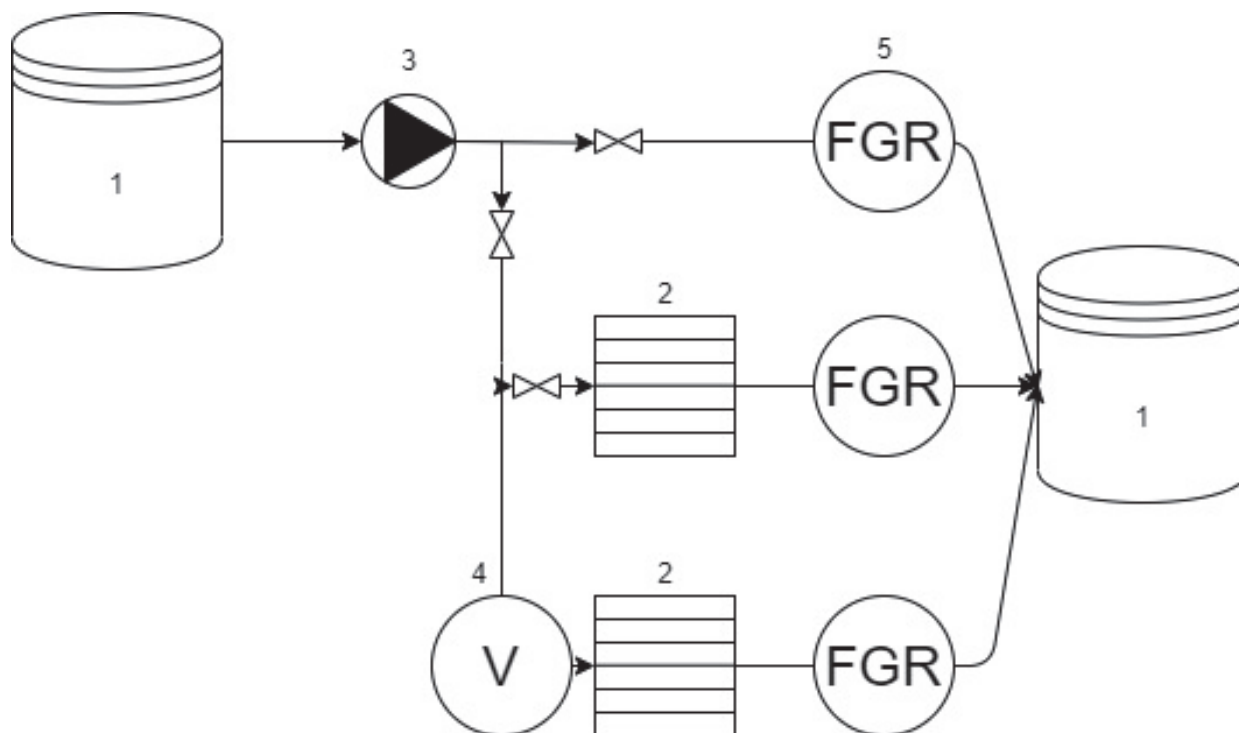
- расщепление воздушных шариков и препятствование процессу пенообразования;
- расщепление жировых шариков в молочной продукции и повышение его питательной ценности;
- негативное влияние на микрофлору, содержащуюся в пищевом продукте, препятствуя ее развитию или снижая ее количество. Этот эффект следует использовать в качестве одного из барьеров предотвращения микробальной порчи.

Пеногасители (антифламинги) широко применяются в пищевой и других отраслях промышленности и имеют нумерацию в перечне пищевых добавок от E900 до E999. Основным их недостатком является их малый срок годности, что уменьшает возможность их применения при производстве молочной и соковой продукции.

Устройства подготовки потока (струевыпрямителей) имеют широкий спектр использования в различных сферах промышленности. Главным их преимуществом является дешевизна, простота установки, долговечность, энергоэффективность и стремящаяся к нулю частота отказов.

Таким образом, можно прийти к выводу, что в процессе производства молочной и соковой продукции не следует использовать антифламинги вследствие их малого срока годности. Ультразвук и струевыпрямители предположительно положительно скажутся на процессе ингибирования пены.

На втором этапе разработали экспериментальную установку, представленную на рисунке.



Экспериментальная установка: 1 – емкость с жидким пищевым продуктом;  
 2 – струевыпрямитель; 3 – насос; 4 – ультразвуковой излучатель; 5 – расходомер-счетчик  
 Experimental setup: 1 – container with liquid food product; 2 – jet straightener; 3 – pump;  
 4 – ultrasonic emitter; 5 – flow meter-counter

В экспериментальной установке движение жидкого продукта по трубопроводу осуществлялось при помощи импеллерного насоса (с гибкой крыльчаткой) из одной емкости в другую. Расход жидкого продукта осуществлялся при помощи расходомера-счетчика ЭЛЕМЕР-РЭМ. Установка позволяет осуществить перенос жидкости по 3 линиям трубопровода:



оснащенной только расходомером (линия 1), оснащенной струевыпрямителем и расходомером (линия 2), оснащенной ультразвуковым излучателем, струевыпрямителем и расходомером (линия 3).

На третьем этапе оценили погрешности измерения расхода жидкости в экспериментальной установке по трем линиям трубопровода, результаты представлены в таблице.

В эксперименте использовали дистиллированную воду, молоко коровье жирностью 2,5 % и яблочный сок.

**Погрешности измерения расхода жидкости в экспериментальной установке  
по трем линиям трубопровода**  
**Inaccuracy in measuring fluid flow in an experimental installation along three pipeline lines**

Наименование линии трубопровода	Количество измерений	Коэффициент Рейнольдса	Относительная погрешность, %
Линия 1 (молоко)	10	≈13100	±1,9
Линия 2 (молоко)	10		±0,8
Линия 3 (молоко)	10		±0,7
Линия 1 (сок)	10	≈14000	±1,5
Линия 2 (сок)	10		±0,5
Линия 3 (сок)	10		±0,5
Линия 1 (вода)	10	≈12500	±0,2
Линия 2 (вода)	10		±0,2
Линия 3 (вода)	10		±0,2

Анализ данных, представленных в таблице, показывает, что все три жидких пищевых продукта, протекая по линиям трубопровода, находятся в переходном режиме потока. Этот режим потока способствует протеканию процесса пенообразования в таких жидких продуктах, как молочная продукция и соковая продукция. Пенообразование в большей мере происходило с молочной продукцией (относительная погрешность составила 1,9 %) и в меньшей мере – с соковой продукцией (относительная погрешность составила 1,5 %). Применение струевыпрямителей положительным образом сказалось на уменьшении относительной погрешности. Погрешность измерения молочной продукции сократилась на 1,1 %, а погрешность измерения соковой продукции сократилась на 1 %. Ультразвуковой излучатель совместно со струевыпрямителем в еще большей мере способствовали сокращению относительной погрешности измерения расходов.

### **Заключение**

Таким образом, молочная и соковая жидкая пищевая продукция подвержена процессу пенообразования при движении по трубопроводу, причем в случае с молочной продукцией этот процесс протекает активнее, чем в случае с соковой продукцией.

Применение струевыпрямителей и ультразвукового излучателя помогает уменьшить относительную погрешность измерений расходов этих продуктов, при этом наиболее заметное улучшение наблюдается для молочной продукции.

Полученные данные свидетельствуют о том, что использование струевыпрямителей и ультразвуковых технологий может существенно улучшить эффективность систем транспортировки и обработки жидких пищевых продуктов.

### Список источников

1. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/9JUDtB0pqrmoAatAhvT2wJ8UPT5Wq8qIo.pdf> (дата обращения: 1.09.2023).
2. Альберт Бюттикер, Хольгер Келлер, Даррен Бейтс. Сонотрод и устройство для уменьшения и устранения пенообразования в жидких продуктах: пат. на изобретение RU 2613863, 21.03.2017. Заявка № 2014122485 от 13.11.2012.
3. Терещенко И.А., Поляков А.В., Бойко С.И. Повышение эффективности процессов подготовки нефти и газа путем уменьшения пенообразования // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2013. № 4. С. 33–34.
4. Аксенов А.А., Шуваткин Р.К., Ким Е.Д., Мансуров Ю.Н., Кадырова Д.С., Рева В.П. Моделирование процесса пенообразования в алюминиевых сплавах // Научные исследования. 2016. № 4(5). С. 5–11.

### References

1. Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030 [Electronic resource]. URL: <http://static.government.ru/media/files/9JUDtB0pqrmoAatAhvT2wJ8UPT5Wq8qIo.pdf> (accessed: 1.09.2023).
2. Albert Butticker, Holger Keller, Darren Bates. Sonotrod and device for reducing and eliminating foaming in liquid products: pat. for invention RU 2613863, 03/21/2017. Application no. 2014122485 dated 13.11.2012.
3. Tereshchenko I.A., Polyakov A.V., Boyko S.I. Improving the efficiency of oil and gas treatment processes by reducing foaming. *Construction of oil and gas wells on land and at sea*. 2013. No. 4. P. 33–34.
4. Aksenov A.A., Shuvatkin R.K., Kim E.D., Mansurov Yu.N., Kadyrova D.S., Reva V.P. Modeling of the foaming process in aluminum alloys. *Scientific research*. 2016. No. 4(5). P. 5–11.

### Информация об авторе

Е.Г. Тимчук – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления техническими системами, SPIN-код: 8836-6556, AuthorID: 987987.

### Information about the author

E.G. Timchuk – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Systems Management, SPIN-cod: 8836-6556, AuthorID: 987987.

Статья поступила в редакцию 15.09.2023; одобрена после рецензирования 20.09.2023; принята к публикации 26.09.2023.

The article was submitted 15.09.2023; approved after reviewing 20.09.2023; accepted for publication 26.09.2023.

## ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья

УДК 66-963

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-05>

### **О проблемах переработки рыбных отходов при производстве рыбной кормовой муки и возможные пути их решения**

**Татьяна Ивановна Ткаченко<sup>1</sup>, Марат Алексеевич Гришков<sup>2</sup>, Максим Романович Яценко<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

<sup>2</sup> ООО «Экструзионное оборудование», Владивосток, Россия

<sup>1</sup> [tkachenko.ti@dgtru.ru](mailto:tkachenko.ti@dgtru.ru), ORCID: 0000-0002-9210-2172

<sup>2</sup> [grishkovmarat@yandex.ru](mailto:grishkovmarat@yandex.ru)

<sup>3</sup> [maksimyacenko6@gmail.com](mailto:maksimyacenko6@gmail.com), ORCID: 0000-0002-6833-4563

**Аннотация.** Рассматриваются проблемы переработки рыбных отходов при производстве рыбной кормовой муки и возможные пути их решения. Для оптимизации шнековой прессующей машины, входящей в состав РМУ, предложена новая технология изготовления прессовых шнеков – технология шайбочных шнеков (ТШШ). Предложенная модернизация шнека позволяет объединить в машине функции: сепаратора, пресса и насоса. Шнек, выполненный по предложенной технологии, имеет ряд преимуществ по сравнению со шнеками, выполненными методом вытачивания из цельной болванки или втулок.

**Ключевые слова:** кормовая рыбная мука, рыбомучные установки, шнек, винтовые шайбы, шнековые втулки

**Для цитирования:** Ткаченко Т.И., Гришков М.А., Яценко М.Р. О проблемах переработки рыбных отходов при производстве рыбной кормовой муки и возможные пути их решения // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 34–39.

## FOOD SYSTEMS

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-05>

### **On the problems of processing fish waste in the production of fish feed meal and possible solutions**

**Tatyana I. Tkachenko<sup>1</sup>, Marat A. Grishkov<sup>2</sup>, Maxim R. Yatsenko<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup> Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup> LLC «Extrusion equipment», Vladivostok, Russia

<sup>1</sup> [tkachenko.ti@dgtru.ru](mailto:tkachenko.ti@dgtru.ru), ORCID: 0000-0002-9210-2172

<sup>2</sup> [grishkovmarat@yandex.ru](mailto:grishkovmarat@yandex.ru)

<sup>3</sup> [maksimyacenko6@gmail.com](mailto:maksimyacenko6@gmail.com), ORCID: 0000-0002-6833-4563

**Abstract.** The article deals with the problems of processing fish waste in the production of fish feed meal and possible ways to solve them. To optimize the screw pressing machine, a new technology for the manufacture of press screws is proposed - the technology of washer screws. The proposed modernization of the screw allows you to combine the following functions in the machine: separator, press and pump. The screw made according to the proposed technology has a number of advantages compared to screws made by turning from a solid blank or bushings.

**Keywords:** screw, fish meal, screw washers, feed meal, screw bushings

**For citation:** Tkachenko T.I., Grishkov M.A., Yatsenko M.R. On the problems of processing fish waste in the production of fish feed meal and possible solutions. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):34–39. (in Russ.).

В настоящее время переработка рыбных отходов остается недостаточно развитой отраслью в России. Причины несколько: на многих предприятиях установлено давно уже устаревшее оборудование, в связи с чем они не справляются с переработкой больших объемов сырья; удаленность компаний, участвующих в цепи утилизации; нехватка специалистов в удаленных регионах, где чаще всего и расположены рыбоперерабатывающие предприятия; отсутствие контроля утилизации рыбных отходов, вследствие чего за явные нарушения закона не всегда следует наказание в виде штрафов.

По данным отраслевой системы мониторинга, в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне общий вылов составил 1,27 млн т, что на 11,2 % больше показателя 2022 г. [1], а следовательно, вопрос переработки рыбных отходов является крайне актуальным. Важность исследования определяется ещё и тем, что, несмотря на сложности и необходимые финансовые вложения в переработку рыбных отходов, это, безусловно, имеет смысл, поскольку экологический подход может стать источником дополнительной прибыли и конкурентного преимущества на рынке.

Переработка рыбных отходов при помощи высокотемпературной обработки с целью получения рыбного жира и муки является наиболее распространенной в нашей стране. Основными технологическими процессами данной обработки являются процессы измельчения, нагревания, прессования и сепарации.

В настоящее время на территории РФ действуют более 20 компаний (таблица), занимающихся производством рыбной муки согласно основному регламентирующему документу ГОСТ 2116-2000 «Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных» [2]. Анализ таблицы показывает, что основными видами сырья для производства рыбной муки являются минтай и сельдь. Доли рынка РФ производства кормовой муки по содержанию протеина в ней распределены следующим образом: 20 % произведенной муки – с содержанием протеина в рыбной муке 50–56 %; по 40 % приходится на муку с содержанием протеина в интервалах 57–62 % и 63–68 %.

#### Стоимость рыбной муки, вид сырья и содержание протеина в компаниях-производителях РФ

#### The cost of fishmeal, the type of raw materials and the protein content in the manufacturing companies of the Russian Federation

Производитель	Город, область, страна	Вид сырья	Протеин, %	Цена оптовая, руб./кг
1	2	3	4	5
ПАО «НБАМР»	Находка, Приморский край, РФ	Минтай	68	93,75
ПАО «Океанрыбфлот»	Петропавловск-Камчатский, Камчатский край, РФ	Минтай	60	89,0

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
ГК «Норебо» (ПАО «Мурманский тра- ловый флот»)	Мурманск, Мурманская область, РФ	Треска	64	112,0
ГК «Неребо» (АО «АКРОС»)	Петропавловск-Камчатский, Камчат- ский край, РФ	Минтай	63	105,6
ООО «Русская рыбопро- мышленная компания»	Надежденский район, Приморский край, РФ	Минтай	69	114,0
АО ХК «Дальморепро- дукт»	Владивосток, Приморский край, РФ	Минтай	56	80,0
АО «ЮЖМОРРЫБ- ФЛОТ»	Находка, Приморский край, РФ	Сельдь	58	76,0
ПАО «ПБТФ»	Преображение, Приморский край, РФ	Минтай	60	89,0
РК им. В.И. Ленина	Петропавловск-Камчатский, Камчат- ский край, РФ	Минтай	61	93,0
ООО ПКФ «Южно- курильский рыбокомби- нат»	Южно-Сахалинск, Сахалинская об- ласть, РФ	Минтай	62	122,0
		Сельдь	58	110,0
ООО «Доброфлот»	Владивосток, Приморский край, РФ	Сельдь	66	115,0
ООО «СОФКО»	Владивосток, Приморский край, РФ	Минтай	64	93,0
		Иваси	60	91,0
ООО «Сириус Сифуд»	Владивосток, Приморский край, РФ	Иваси	65	90,0
ООО «ВЕЛЕС-СНЕК»	Владивосток, Приморский край, РФ	Минтай	62,7	87,0
ООО «Белком»	Москва, Московская область, РФ	Рыбы нежирных пород	58	162,26
ООО ТД «Завод кормо- вой муки»	Казань, Казанская область, РФ	Рыбы нежирных пород	54,5	90,0
АО «КМЗ»	Ростов на Дону, Ростовская область, РФ	Рыбы нежирных пород	64	110,0
ИП Данилов Денис Ва- лериевич	Чувашия, Чувашская область, РФ	Рыбы нежирных пород	50	110,0
ООО «Денис»	Омск, Омская область, РФ	Рыбы нежирных пород	56	85,0
ООО «Биокорм»	Волгоград, Волгоградская область, РФ	Рыбы жирных пород	64	65,0
		Рыбы нежирных пород	60	58,5
ООО «Альянса»	Нижний Новгород, Нижегородская область, РФ	Рыбы нежирных пород	62	99,0
ООО «Флагман»	Кашира, Московская область, РФ	Рыбы жирных пород	61	89,0
ПК «Русь»	Саратов, Саратовская область, РФ	Рыбы нежирных пород	63	84,0
ООО «Биопродукт»	Москва, Московская область, РФ	Сельдь	56	75,0
ИП Тимофеева Ирина Сергеевна	Волгоград, Волгоградская область	Рыбы нежирных пород	50	45,0

Производство кормовой рыбной муки складывается из ряда технологических операций, основными из которых являются измельчение сырья, его разваривание и сушка. Поэтому ключевой единицей любой рыбомучной установки (РМУ) является шнековая прессовая машина [3].

Шнековый вал – наиболее уязвимая часть машин подобного типа. Из-за того, что во время работы спрессованное сырье прилипает к шнековому валу, способствуя стиранию слоев до гладкой поверхности, эта составляющая постепенно выходит из строя. Поскольку вал имеет слишком высокую себестоимость, проводить полную замену составляющей не выгодно.

Еще одним недостатком шнековых прессов является быстрый износ зееров, особенно сплошных с просверленными отверстиями [4]. Кроме того, при прессовании рыбного сырья полученная масса нагревается на 9–12 °С, что требует или предварительного подмораживания сырья до температуры -1 °С, или быстрого охлаждения и замораживания конечного продукта.

Решением выявленных проблем может служить технологическая линия РМУ с использованием модернизированного оборудования, а именно шнековой прессующей машины, с использованием «технологии шайбочных шнеков» (ТШШ). Суть технологии заключается в том, что шнеки делятся на составные части не по прямолинейным, а по винтовым плоскостям. Сборка такого шнека осуществляется не из точёных шнековых втулок (по сути, мини-шнеков), а из унифицированных винтовых шайб (рис. 1).

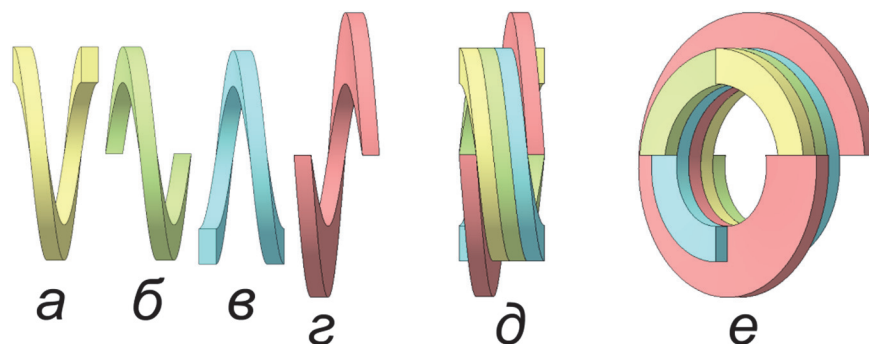


Рис. 1. Шнековая втулка-пакет, собранная из винтовых шайб: а, б, в – винтовые шайбы, формирующие тело шнека (тельные винтовые шайбы – ТВШ); г – винтовая шайба, формирующая тело шнека своей скрытой частью и винтовую лопасть – своей выступающей частью (рабочая винтовая шайба – РВШ); д и е – шнековая втулка из винтовых шайб, вид сбоку и под углом соответственно [5]

Fig. 1. Screw sleeve-package assembled from screw washers: a, б, в – screw washers forming the screw body (solid screw washers – TVSH); г – screw washer forming the screw body with its hidden part and the screw blade with its protruding part (working screw washer – RVSH); д and e – screw bushing made of screw washers, side view and at an angle respectively [5]

Второстепенные параметры шнеков согласованы с их основным параметром – ходом винтовых лопастей. Толщина винтовых лопастей дольна их винтовому ходу, а длина шнековых втулок (пакетов винтовых шайб) равна винтовому ходу. Унифицированные винтовые шайбы собираются по пакетам вкручиванием друг в друга. Полностью укомплектованный пакет винтовых шайб является аналогом шнековой втулки, длина которой равна винтовому ходу её винтовой лопасти. Шнек собирается из пакетов винтовых шайб так же, как из шнековых втулок [5].

Использование ТШШ дает возможность получать любые формы шнека и зеера (сепаратора). Применение в шнековом прессе шнека и зеера по ТШШ в свою очередь влияет на рабочие характеристики машины: давление в стволе пресса на разных участках; разница температур входного и выходного сырья; затраты электроэнергии на производства 1 кг полуфабриката; процент влажности полуфабриката; процент мясокостного остатка. Предложенная модернизация шнека позволяет объединить в машине функции: сепаратора, пресса и насоса. Кроме того, шнек, выполненный по предложенной технологии (рис. 2) имеет ряд преимуществ по сравнению со шнеками, выполненными по традиционной технологии (методом вытачивания из цельной болванки или втулок).

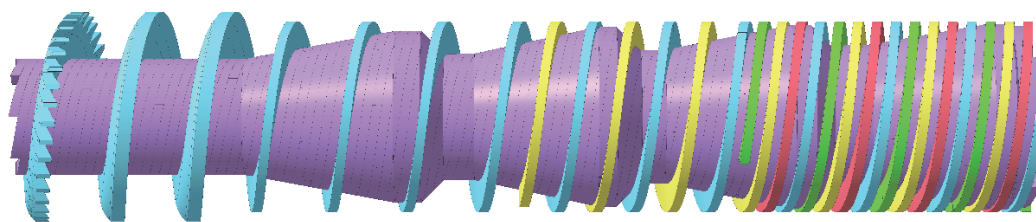


Рис. 2. Шайбочный шнек универсальной шнековой прессовой машины (УШПМ-1)  
Fig. 2. Washer screw of a universal screw pressing machine (USPM-1)

В настоящее время в шнековых прессующих машинах, которые используются при переработке рыбных отходов, не решена проблема с захватом сырья вследствие специфических структурно-механических характеристик рыбных отходов (плотность, упругость, эластичность). Производители оборудования для прессования пытаются решить эту проблему различными способами: увеличение шага шнека; установка дополнительно механизма-проталкивателя в приёмный отсек в разных исполнениях: установка ручной прижимной плиты в приемном бункере; установка валов-ворошителей; установка вертикального шнека-питателя.

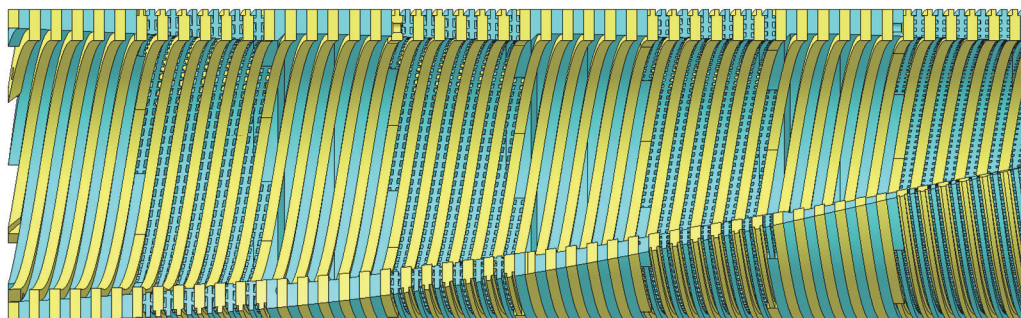


Рис. 3. Схема разреза внутреннего устройства перфорированного цилиндра обвального пресса с внутренней поверхностью, образованной канавками на торцевых поверхностях контрвинтовых колец  
Fig. 3. Diagram of the cut of the internal device of the perforated cylinder of the collapse press with the inner surface formed by grooves on the end surfaces of the counter screw rings

Использование предложенной технологии шайбочных шнеков позволило устранить эффект проворачивания материала при работе шнекового пресса, что было подтверждено на обвальном прессе для переработки рыбных голов. Обычно при переработке рыбных голов лососёвых пород на рыбий жир и рыбную муку были регулярные остановки шнековых прессов из-за того, что перерабатываемый материал, имея большую текучесть и слабое внутреннее трение, спонтанно срывался в синхронное со шнеком вращение. После того как шнековый цилиндр обвального пресса был изготовлен по технологии шайбочных шнеков (как и сам шнек), с контрвинтовыми лопастями на внутренней поверхности (рис. 3), процесс разделения сырья стал стабильным. Даже тогда, когда выход из винтового тракта пресса полностью заполнен плотной костной массой, пресс легко запускался, развивая давление более 100 бар.

Предложенная технология может быть рекомендована для использования в производстве кормовых продуктов, получаемых при переработке рыбных отходов, а также в других отраслях пищевой промышленности, в которых используются шнековые прессовые машины.

#### Список источников

1. Роспотребрыболовство «Объём вылова рыбы и морепродуктов в России в 2022 году»: официальный сайт. URL: <https://fish.gov.ru/obiedinennaya-press-sluzhba/infografika/obshhij-obem-dobychi-vylova-vodnyh-bioresursov/>. Текст электронный.

2. ГОСТ 2116-2000. Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных. Технические условия. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2003. 15 с.
3. Хлыстун А.М., Угрюмова С.Д. Перспективы производства рыбной муки на российских предприятиях // Научные труды Дальрыбвтуза. 2011. Т. 23. С. 211–214.
4. Виноградов С.П., Крючков И.В. Исследование факторов процесса отжима сока в шнековых прессах // Известия вузов. Пищевая технология. 1990. № 6(199). С 58–59.
5. Яценко М.Р., Егоян И.А. Новая технология для восстановления и ремонта шнекового прессового оборудования // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Владивосток, 26 ноября 2021 г. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2022. С. 268–272.

### References

1. Rospotrebybolovstvo "The volume of fish and seafood catch in Russia in 2022": official website. URL: <https://fish.gov.ru/obiedinennaya-press-sluzhba/infografika/obshhij-obem-dobychi-vylova-vodnyh-bioresursov/>. Electronic text.
2. GOST 2116-2000. Feed flour from fish, marine mammals, crustaceans and invertebrates. Technical specifications. M.: FSUE "Standartinform", 2003. 15 p.
3. Khlystun A.M., Ugryumova S.D. Prospects of fishmeal production at Russian enterprises // Scientific works of Dalrybvuz. 2011. Vol. 23. P. 211–214.
4. Vinogradov S.P., Kryuchkov I.V. Investigation of the factors of the juice extraction process in screw presses // Izvestiya vuzov. Food technology. 1990. № 6(199). P. 58–59.
5. Yatsenko M.R, Egoyan I.A. A new technology for the restoration and repair of screw press equipment // Complex research in the fisheries industry: materials of the VII International Scientific and Technical Conference of Students, postgraduates and young scientists, Vladivostok, November 26, 2021. Vladivostok: Far Eastern State Technical Fisheries University, 2022. P. 268–272.

### Информация об авторах

Т.И. Ткаченко – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Технологические машины и оборудование», SPIN-код: 5932-9472, AuthorID: 214372, Scopus Author ID: 57222473654;

М.А. Гришков – ООО «Экструзионное оборудование»;

М.Р. Яценко – магистрант кафедры «Технологические машины и оборудование», SPIN-код: 8597-9477, AuthorID: 1194142.

### Information about the authors

T.I. Tkachenko – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technological Machines and Equipment, SPIN-code: 5932-9472, AuthorID: 214372, Scopus Author ID: 57222473654;

A.G. Grishkov – LLC «Extrusion equipment»;

M.R. Yacenko – Master's degree student of the Department of Technological Machines and Equipment, SPIN-code: 8597-9477, AuthorID: 1194142.

Статья поступила в редакцию 26.04.2023; одобрена после рецензирования 07.09.2023; принята к публикации 27.09.2023.

The article was submitted 26.04.2023; approved after reviewing 07.09.2023; accepted for publication 27.09.2023.



Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 40–45.  
Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2023. Vol. 65, no 3. P. 40–45.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 639.2.052.3

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-06>

**О математическом инструментарии, используемом для решения практико-ориентированных задач организационно-управленческой направленности**

**Нина Сергеевна Иванко<sup>1</sup>, Светлана Владимировна Лисиенко<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

<sup>1</sup>[ivns@mail.ru](mailto:ivns@mail.ru)

<sup>2</sup>[lisienkosv@mail.ru](mailto:lisienkosv@mail.ru)

***Аннотация.*** При моделировании рыбодобывающей деятельности чаще все возникают проблемы, связанные с неопределенностью и стохастичностью промысловой системы. Влияние этих факторов является достаточно сильным и не может быть проигнорировано. В связи с этим возникают сложности разного уровня при использовании математического моделирования. Одним из вариантов решения этих проблем является использование математических методов теории принятия решений, таких как динамическое и линейное программирование и теория игр.

***Ключевые слова:*** добывающий флот, ресурсный потенциал, водные биологические ресурсы, оптимизация, динамическое программирование, линейное программирование, теория игр

***Для цитирования:*** Иванко Н.С., Лисиенко С.В. О математическом инструментарии, используемом для решения практико-ориентированных задач организационно-управленческой направленности // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 40–45.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-06>

**About mathematical tools used to solve practice-oriented tasks of organizational and managerial orientation**

**Nina S. Ivanko<sup>1</sup>, Svetlana V. Lisienko<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

<sup>1</sup>[ivns@mail.ru](mailto:ivns@mail.ru)

<sup>2</sup>[lisienkosv@mail.ru](mailto:lisienkosv@mail.ru)

**Abstract.** When modeling fishing activities, problems related to the uncertainty and stochasticity of the fishing system are more often encountered. The influence of these factors is quite strong and cannot be ignored. In this regard, difficulties of different levels arise when using mathematical modeling. One of the solutions to these problems is the use of mathematical methods of decision theory, such as dynamic and linear programming and game theory.

**Keywords:** mining fleet, resource potential, aquatic biological resources, optimization, dynamic programming, linear programming, game theory

**For citation:** Ivanko N.S., Lisienko S.V. About mathematical tools used to solve practice-oriented tasks of organizational and managerial orientation. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):40–45. (in Russ.).

Традиционно при построении моделей управления промыслом использовались различные методы математического аппарата, в частности методы оптимизации и исследований операций. А тот факт, что промысловые объекты мигрируют, приводит к различным трудностям в управлении ими и, как следствие, использованию вероятностного подхода при моделировании.

Еще одной трудностью является неопределенность. Общее количество запасов промысловых ресурсов можно определить приближенно, также с определенной вероятностью можно предсказать данные о росте, миграции, пополнении запасов и естественной смертности промысловых объектов.

Количество математических моделей в области управления промышленным рыболовством достаточно велико благодаря использованию компьютеров, которые в значительной мере упростили использование математических методов.

Математическое программирование, дифференциальные уравнения, оптимальное управление, теория принятия решений, нейронные сети, теория вероятностей, статистическая обработка данных – это неполный перечень дисциплин, которые используются для совершенствования управления рыбным промыслом. В работе [1] рассмотрены различные математические методы в приложении к задачам промышленного рыболовства.

В силу того, что промысловые ресурсы являются возобновляемыми, воспользоваться ими необходимо так, чтобы не нанести ущерба их запасам в долгосрочной перспективе. Для этого устанавливаются определенные правила и предписания для рыбодобывающих судов, указывающие, где, как и сколько можно добывать эти самые ресурсы. Таким образом, эффективное управление должно начинаться с полного соблюдения правил рыболовства. Оценку успешности управления рыболовством можно выполнить только в том случае, если четко сформулировать и определить цель, которую необходимо достичь с помощью управления.

В качестве целей управления могут выступать максимизация дохода при заданных ограничениях на промысел, минимизация издержек, сохранение промысловых запасов и окружающей среды и др.

### **Динамическое программирование**

Одним из способов управления является выбор одного или нескольких решений из некоторого количества альтернативных решений, каждое из которых удовлетворяет поставленным целям. В этом случае решения разбивается на два этапа: определение возможных результатов и их оценка, в том числе и вероятностная, и выбор наилучших из них с точки зрения поставленных целей и с учетом интересов сторонних лиц. Это задача динамического программирования.

Динамическое программирование, впервые как термин введенное в 40-х гг. прошлого века Р.Э. Беллманом, используется для описания процесса, в котором необходимо найти последовательность оптимальных по заданным критериям решений. В терминах задач управ-

ления динамическое программирование означает поиск оптимальных решений из множества альтернативных путей, чтобы перейти из некоторого начального состояния в желаемое, которое удовлетворяет поставленным целям.

Динамическое программирование используется для решения задачи многоступенчатой оптимизации. Основная идея состоит в том, чтобы разделить задачу на этапы и найти оптимальное решение на каждом этапе [2].

Классически динамическое программирование используется в сложных задачах, в которых описать аналитически зависимость параметров либо очень сложно, либо вообще невозможно. Также данный метод применяется в условиях неопределенности, например, неопределенность поведения рыбы при миграциях.

Преимущество использования данного метода для процессов управления промыслом – это последовательное принятие решений. Возможность выбора наилучшего решения на каждом этапе из ряда существующих альтернатив способствует достижению оптимальной политики принятия решений. На каждом этапе решение зависит от ряда параметров (переменных), от которых зависит состояние процесса решения. Чем больше таких параметров, тем сложнее процесс принятия решений, поэтому для описания модели управления необходимо минимизировать количество параметров, оставив только те, что оказывают наибольшее влияние на результат.

Согласно принципу оптимальности Беллмана оптимальная последовательность решений на каждом этапе не зависит от того, в каком начальном состоянии находилась система, для которой определяется оптимальное решение, а зависит только от выбора оптимального управления на предыдущем шаге.

Очевидный минус использования динамического программирования – это необходимость использования перебора всех возможных решений на каждом этапе и выбор оптимального исходя из определенных критериев. В силу ограниченности компьютерных ресурсов метод перебора может быть использован только на небольшом количестве параметров, так как в противном случае задача может легко превышать вычислительные возможности большинства современных компьютеров. Но, с другой стороны, при сравнительно небольшом количестве изменяемых параметров и ограниченности на значения этих параметров метод динамического программирования имеет огромное преимущество перед прочими методами в силу того, что является простым методом [3].

Рассматривая добычу водных биологических ресурсов как некоторый процесс, в ходе которого необходимо распределять ресурсы, можно сформировать задачу динамического программирования. Процесс добычи обладает признаками стохастичности, т.е. на основании прошедших периодов времени есть возможности предсказать поведение системы в текущий период только с определенной вероятностью. И как раз именно такие задачи могут быть решены с использованием динамического программирования. В качестве ресурсов могут выступать рыбодобывающие суда, которые требуется распределить по районам промысла, время выполнения определенных операций на судне и т.д.

Рассмотрим рыбодобывающую систему, которую можно рассматривать как некоторую дискретную систему. Пусть  $\Xi = \{\xi_0, \xi_1, \dots, \xi_n\}$  – множество возможных состояний системы. На систему оказывают управляющие воздействия, пусть  $u = \{u_0, u_1, \dots, u_m\}$  – некоторые управленческие решения, заданные на конечном временном интервале. Управленческие воздействия зависят от того, в каком состоянии находится систему, т.е. в общем виде управляющее воздействие – это  $u(\xi)$ . Так как рыбодобывающая система является стохастической, для нее определена вероятность  $p(\xi_i \xi_j, u)$  перехода системы из состояния  $\xi_i$  в состояние  $\xi_j$  под действием управляющего воздействия  $u(\xi_i)$ .

В [4] был использован метод динамического программирования для получения максимального объема вылова судна при оптимизации времени работы судна, так чтобы минимизировать потери времени. В результате был получен оптимальный по времени план рейсооборота судна.

### **Линейное программирование**

Альтернативным подходом к решению задач стохастического управления является линейное программирование. В линейном программировании целевая функция представляет собой единственную функцию, которая может достигнуть максимального или минимального значения в зависимости от формулировки задачи [5]. Таким образом, задача линейного программирования – это оптимизация системы с единственной целью, например, максимизацией прибыли.

В отличие от задач динамического программирования целевая функция и ограничения на используемые ресурсы в задаче легко описать алгебраически, и для получения решения используется хорошо известный симплекс-метод.

Простота формирования задачи линейного программирования не является каким-то минусом для использования данного метода при решении задач оптимизации управления промыслом.

В общем случае целевая функция представляет собой функцию максимизации дохода [6] или минимизацию издержек [7].

Особенностью полученного решения задачи линейного программирования является его устойчивость к незначительным вариациям исходных данных, это говорит о том, что при некоторых корректировках распределения ресурса уже после получения оптимального решения нет необходимости искать новое решение.

Еще одной задачей, в решении которой может быть использовано линейное программирование, является задача оптимизации эксплуатации производительных мощностей судна [8]. Производительная мощность судна – это количество продукции, которое может быть произведено в течение заданного времени, например, в течение суток, с существующими установками и оборудованием.

Учет стохастичности исходных данных ведет к усложнению задачи, а наличие параметров, значения которых может быть оценено только с определенной вероятностью, требует использования уже других методов решения. В тех случаях, когда система представляет собой стохастический процесс, развитие которого может рассматриваться как серия переходов между определенными состояниями, каждое из которых описывается вероятностным законом, применяются дискретные цепи Маркова, и тогда основной метод изучения сложных стохастических систем, не поддающихся обработке в аналитической манере, состоит в том, чтобы смоделировать их на компьютере методом Монте-Карло [3].

### **Теория игр**

Управление промыслом можно также рассмотреть с точки зрения теории игр. Если в качестве конкурирующих сторон рассмотреть промысловые запасы и рыбодобывающие организации, получим так называемую эволюционную игру, в которой каждый из игроков (природа и человек) стремятся получить свой «выигрыш». При этом человек стремится добыть как можно больше ресурсов, а природа – их сохранить. Конечно, нельзя считать, что «природа» целенаправленно пытается помешать добыче ресурсов, но в качестве «помех» можно рассматривать недостаточную осведомленность о поведении рыбного стада при миграции или гидрометеороусловия в районе добычи.

Теория игр изучает сложное стратегическое взаимодействие нескольких игроков. Одной из предпосылок данного математического метода является то, что каждый игрок преследует свои рациональные индивидуальные интересы, предполагая, что другие будут действовать аналогично. Моделирование с помощью теории игр промысла чилийского камчатского краба и влияние взаимодействия нелегальных и легальных рыбаков на промысел рассмотрено в работе [9].

### **Заключение**

Простота динамического программирования делает его отличным методом для оптимизации процесса принятия решений. Возможность включения в задачу, которая будет решена

с помощью динамического программирования различных возможно даже несвязанных между собой процессов, которые влияют на итоговое решение, делает этот метод весьма привлекательным для использования. Еще одним преимуществом использования динамического программирования для управления рыболовством является возможность адаптации модели к изменившимся данным без внесения корректировки в саму модель.

Линейное программирование имеет классический алгоритм решения, который с легкостью может быть реализован с помощью вычислительных систем, в том числе в некоторых алгоритмических языках программирования имеется встроенный симплекс-метод для решения задачи, что значительно облегчает построение и реализацию систем принятия решений. Модели, построенные с помощью линейного программирования, могут быть использованы, например, для оценки производительности рыболовного флота при многовидовом промысле.

Рассматривая управления с точки зрения различных субъектов, в том числе и промысловых объектов, видно, что проблемы управления ресурсами, хоть и сильно различаются, но и все они имеют одну общую черту: они обязательно предполагают взаимозависимость между желаемыми результатами сторон и принятием стратегических решений в зависимости от действий других сторон. Таким образом, теория игр может помочь в принятии управленческих решений на промысле в зависимости от того, как решения каждой стороны влияют на прибыли и убытки.

#### Список источников

1. Андреев М.Н., Студенецкий С.А. Оптимальное управление на промысле. М.: Пищевая промышленность, 1975. 288 с.
2. Babcock, Elizabeth & Pikitch, Ellen. A dynamic programming model of fishing strategy choice in a multispecies trawl fishery with trip limits // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2011. 57. P. 357–370. 10.1139/cjfas-57-2-357.
3. Forootan A., Iervolino R., Tiplaldi M, and Neilson J. Approximate dynamic programming for stochastic resource allocation problems, in IEEE/CAA // Journal of Automatica Sinica. Vol. 7, no. 4. P. 975–990, July 2020, doi: 10.1109/JAS.2020.1003231.
4. Лисиенко С.В., Иванко Н.С. Планирование рейсообразота добывающих судов // Морские интеллектуальные технологии. 2021. Т. 1, № 2(53). С. 200–208. DOI: 10.37220/MIT.2021.52.2.028.
5. Perez-Lechuga, G. & Álvarez-Suárez, M. & Gonzalez, Jaime & Niccolas Morales, Heriberto & Venegas-Martínez, Francisco. Stochastic linear programming to optimize some stochastic systems. WSEAS Transactions on Systems. 2006. 5. P. 315–320.
6. Лисиенко С.В., Вальков В.Е., Иванко Н.С., Бойцов А.Н. Разработка математической модели и оптимизационной задачи по организации и управлению промысловым флотом при ведении добычи водных биологических ресурсов на примере промысла дальневосточной сардины (иваси) и скумбрии в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне // Морские интеллектуальные технологии. 2019. № 4. С. 147–153.
7. Лисиенко С.В., Иванко Н.С. Формирование и оптимизация издержек производственной рыбодобывающей деятельности судов // Морские интеллектуальные технологии. 2021. № 4–1(54). С. 227–231. DOI: 10.37220/MIT.2021.54.4.056.
8. Иванко Н.С. Моделирование распределения сырца по видам обработки на добывающем судне с законченным производственным циклом // Научные труды Дальрыбвтуза. 2021. Т. 58, № 4. С. 16–24.
9. Zambrano A, Laguna MF, Kuperman MN, Laterra P, Monjeau JA, Nahuelhual L. A tragedy of the commons case study: modeling the fishers king crab system in Southern Chile. 2023. PeerJ 11:e14906 <https://doi.org/10.7717/peerj.14906>.

## References

1. Andreev M.N., Studenetsky S.A. Optimal management in the field. M.: Food industry, 1975. 288 p.
2. Babcock, Elizabeth and Pikich, Ellen. (2011). Dynamic software model for choosing a fishing strategy for multi-species trawling with voyage restrictions. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 57. P. 357–370. 10.1139/cjfas-57-2-357.
3. Forutan A., Iervolino R., Tipaldi M. and Nilson J. Approximate dynamic programming for stochastic resource allocation problems, in IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica. Vol. 7, No. 4. P. 975–990, July 2020, doi: 10.1109 /JAS.2020.1003231.
4. Lisienko S.V., Ivanko N.S. Planning of voyage turnover of mining vessels//Marine intelligent technologies. 2021. Vol. 1, No. 2(53). P. 200–208. DOI: 10.37220/MIT.2021.52.2.028.
5. Perez-Lechuga, G. and Alvarez-Suarez, M. and Gonzalez, Jaime and Niccol Morales, Heriberto and Venegas-Martinez, Francisco. Stochastic linear programming for optimization of some stochastic systems. WSEAS transactions in systems. 2006. 5. P. 315–320.
6. Lisienko S.V., Valkov V.E., Ivanko N.S., Boitsov A.N. Development of a mathematical model and optimization problem for the organization and management of a fishing fleet when conducting the extraction of aquatic biological resources on the example of fishing for Far Eastern sardine (ivasi) and mackerel in the Far Eastern fisheries basin // Marine intelligent technologies. 2019. No. 4. P. 147–153.
7. Lisienko S.V., Ivanko N.S. Formation and optimization of costs of production fishing activity of vessels // Marine intelligent technologies. 2021. No. 4–1(54). P. 227–231. DOI: 10.37220/MIT.2021.54.4.056.
8. Ivanko N.S. Modeling of raw material distribution by types of processing on a mining vessel with a completed production cycle // Scientific works of Dalrybvtuz. 2021. Vol. 58, No. 4. P. 16–24.
9. Zambrano A, Laguna M.F., Kuperman M.N., Laterra P., Monjo Ya.A., Nauelhual L. Case study "The Tragedy of the Common Domain": modeling of the Kamchatka crab fishing system by fishermen in southern Chile. 2023. PeerJ 11:e14906 <https://doi.org/10.7717/peerj.14906>.

## Информация об авторах

Н.С. Иванко – старший преподаватель кафедры прикладной математики и информатики, SPIN-код: 6882-7377, AuthorID: 814886;

С.В. Лисиенко – доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой промышленного рыболовства, SPIN-код: 6437-6364, AuthorID: 371990.

## Information about the authors

N.S. Ivanko – Senior Lecturer of the Department of Applied Mathematics and Informatics, SPIN-code: 6882-7377, AuthorID: 814886;

S.V. Lisienko – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Industrial Fisheries, SPIN-code: 6437-6364, AuthorID: 371990.

Статья поступила в редакцию 22.09.2023; одобрена после рецензирования 25.09.2023; принята к публикации 28.09.2023.

The article was submitted 22.09.2023; approved after reviewing 25.09.2023; accepted for publication 28.09.2023.

Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 46–61.  
Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2023. Vol. 65, no 3. P. 46–61.

## РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 597.555.5

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-07>

### Характерные черты многолетней динамики промыслового стада тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* Til. Кунаширского пролива и смежных районов ее обитания

Сен Ток Ким

Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («СахНИРО»), Южно-Сахалинск, Россия, [n.kim@sakhniro.ru](mailto:n.kim@sakhniro.ru)

**Аннотация.** Цель настоящей работы заключалась в характеристике биологических и промысловых показателей тихоокеанской трески в Кунаширском проливе на протяжении 1998–2022 гг. Основным материалом для статьи послужили данные, собранные в ходе сетного лова трески флотом малотоннажных судов японского рыболовного кооператива г. Раусу в восточной (российской) зоне Кунаширского пролива. Показано, что уловы на усилие трески в водах пролива на протяжении длительного периода времени снижались, достигнув минимума в 2016–2017 гг. Впоследствии данный показатель стал увеличиваться. Стандартизированный улов на усилие, по данным работы российского флота во всем Южно-Курильском районе, наоборот, характеризовался трендом на увеличение, за исключением периода 2016–2019 гг., когда наблюдалось кратковременное его снижение. Положительный тренд улова на усилие в районе в последние годы ассоциируется с характерной динамикой запасов трески, обитающей в южной части Охотского моря, в охотоморских водах о. Хоккайдо. Новая информация позволяет оценить современные тенденции изменения общей ихтиомассы промысловых рыб и уточнить промысловые возможности района в ближайшей перспективе.

**Ключевые слова:** тихоокеанская треска, сетной промысел, Кунаширский пролив, стандартизированный улов на усилие, динамика запасов

**Благодарности:** автор выражает искреннюю признательность всем научным сотрудникам лаборатории морских промысловых рыб Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО», внесшим свой вклад в подготовку обширной базы данных и осуществление научно-исследовательских работ на борту промысловых судов.

**Для цитирования:** Ким Сен Ток. Характерные черты многолетней динамики промыслового стада тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* Til. Кунаширского пролива и смежных районов ее обитания // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 46–61.

## FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-07>

## Features of long-term dynamics of Pacific cod *Gadus macrocephalus* Til. commercial stock in Kunashir Strait and in adjacent waters

Sen Tok Kim

Sakhalin Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («SakhNIRO»), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, n.kim@sakhniro.ru

**Abstract.** The purpose of this work was to characterize the biological and fisheries indicators of Pacific cod in the Kunashir Strait during 1998-2022. The main material was the data collected during the gill net fishery in the eastern (Russian) zone of the Kunashir Strait carried out by the fleet of small-tonnage vessels owned to Japanese fishing cooperative of the city of Rausu. It is shown that catch per unit effort for the Pacific cod in the waters of the strait have been declining for a long time, with minimum in 2016-2017. Subsequently, this parameter began to increase again. Standardized catch per effort for the Russian fleet fishery in the entire South Kuril region, on the contrary, was characterized by an upward trend, with the exception of the period 2016-2019, when there was a short-term decline. In recent years, the positive trend of catch per effort in the area has been associated with the specific annual dynamics of Pacific cod stock lived in the southern part of the Sea of Okhotsk, nearly Hokkaido Island. The new information makes it possible to observe current trends of fish resources changing and to clarify the fishing capabilities of the area in the nearest future.

**Keywords:** Pacific cod, gill-net fishery, Kunashir strait, standardized catch per unit effort, dynamics of resources

**Acknowledgments:** the author expresses his sincere gratitude to all the scientific staff of the Laboratory of Marine Commercial Fish of the Sakhalin branch of VNIRO, who contributed to the preparation of an extensive database and the implementation of scientific research on board fishing vessels.

**For citation:** Kim Sen Tok. Features of long-term dynamics of Pacific cod *Gadus macrocephalus* Til. commercial stock in Kunashir Strait and in adjacent waters. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):46–61. (in Russ.).

### Введение

Тихоокеанская треска *Gadus macrocephalus* относится к традиционно важным объектам прибрежного рыболовства и формирует локальные нерестилища вблизи всех Южных Курильских островов как у охотоморского, так и тихоокеанского их побережий (Ким, 1998; Ким, Бирюков, 2009; Тихоокеанская треска, 2013). Воды Кунаширского пролива характеризуются не только присутствием отдельной нерестовой группировки вида, но и длительной промысловой эксплуатацией имеющихся здесь рыбных ресурсов. Несмотря на отсутствие специализированного трескового лова, в районе интенсивно ведется промысел минтая и южного одноперого терпуга, в ходе которого в разрешенных объемах добывается треска. Ежегодный сетной промысел рыб японским малотоннажным флотом в восточной (российской) части пролива осуществляется на протяжении полугода согласно «Меморандуму о понимании в отношении промысла живых ресурсов японскими рыболовными судами в морском районе, указанном в статье 1 Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Японии о некоторых вопросах сотрудничества в области промысла морских живых ресурсов» от 21 мая 1998 года. На борту этих судов ведется постоянный сбор информации о долгопериодной динамике промысловых запасов и изменении размерного состава у целого ряда объектов промысла. Важно отметить, что биологические и промысловые данные собираются с сентября по февраль, т.е. в период, который полностью охватывает время формирования преднерестовых и нерестовых скоплений трески в районе (Ким, Бирюков, 2009;



Ким, 2011). Это позволяет дать характеристику локального нерестового стада, обитающего в Кунаширском проливе, в районе непосредственно мест размножения вида.

У Южных Курильских островов биология трески изучается уже длительное время, но при этом ее популяционные исследования в районе нельзя назвать результативными. В последние годы осуществляются генетические исследования, при этом они показывают довольно противоречивые оценки. До сих пор остаются неизученными вопросы генетического сходства или даже вероятной популяционной общности трески Южных Курил и смежных районов Охотского моря и Тихого океана, прилегающих к Японскому архипелагу.

Низкий уровень генетического разнообразия тихоокеанской трески был отмечен по всей восточной и западной частям Тихоокеанского бассейна, и в том числе в водах, окружающих Японию (Saito, 1998; Liu et al., 2010; Cunningham et al., 2009). В проведенных генетических исследованиях в водах Японии удалось отделить западную и восточную группировки трески, которые оказались локализованы, соответственно, у япономорского и тихоокеанского побережий островов (Suda et al., 2017). Достоверные генетические различия трески между районами Татарского пролива и Южных Курильских островов, причем как с охотоморского, так и океанского их побережий, определить не удалось (Смирнова и др., 2018). Последнее объяснялось приуроченностью этих группировок рыб к одному региону, находящемуся под влиянием теплого субтропического Цусимского течения и его ветвей. Но в последующем по сходству гаплотипического состава были выделены иные, отделяющиеся друг от друга, пространственно широко распределенные группировки: одна включала Японское море и северную часть Охотского моря, другая – Берингово море и примыкающие к нему районы Канады и тихоокеанских вод Северных и Южных Курил (Орлова и др., 2019). Объяснялось подобное разделение существованием исторически обусловленных рефугиумов последнего ледникового периода в выделенных зонах. Сходный результат был получен еще в одном исследовании, где по генетическим маркерам митохондриальной ДНК треска охотоморских вод Южных и Северных Курил была объединена с берингоморской треской и при этом отделена от рыб северной части Охотского моря (Smirnova et al., 2015). Наконец, есть информация, что сходство генетической идентичности по микросателлитным локусам позволяет успешно отделить треску Южных Курильских островов от рыб Охотского (западная Камчатка) и Берингово морей, которые объединяются между собой (Строганов, 2020). Во всех приведенных публикациях районы вблизи Японских островов или не исследовались, или были изучены отдельно от остальных регионов. В целом следует признать, что результаты генетических исследований, касающиеся одновременно южной части Охотского моря и Южных Курильских островов, отсутствуют, а генетическое сходство трески южнокурильских вод и северной части Японского моря (западный Сахалин, западное Хоккайдо) либо признается, либо отвергается.

В тихоокеанских водах о. Хоккайдо ранее были выделены три субпопуляции тихоокеанской трески, на основе данных по плотности распределения рыб, а также морфологическим признакам – числу позвонков (Kanno, Ueda, Matsuishi, 2001). Отдельные группировки рыб были отмечены в северо-восточной части о. Хонсю, у южного полуострова Эсан, и в водах северо-восточного побережья Хоккайдо – напротив г. Кусиро. Каково сходство трески этого протяженного региона и района Южных Курильских островов пока остается неизвестным.

Возможность широких миграционных перемещений вида между вышеуказанными смежными регионами определяется чисто гипотетически, хотя решение данного вопроса тесно связано с динамикой запасов, в том числе сезонной. В научной литературе на возможное присутствие в южно-курильских водах нагуливающейся хоккайдской трески указывалось уже неоднократно, но фактическое подтверждение этому пока отсутствует (Тихоокеанская треска, 2009; Золотов и др., 2020).

Межгодовые флюктуации ресурсов трески в Кунаширском проливе, определяемые посредством изучения многолетних данных по промысловым индексам запасов (стандартизированный улов на усилие), позволяют рассмотреть сходство в тенденциях межгодовых изме-

нений промысловых стад вида в смежных водах о. Хоккайдо. Подобная информация важна в плане сравнительного исследования близлежащих регионов и определения единых трендов динамики смежных промысловых стад в условиях отсутствия иных данных.

Цель настоящей работы заключалась в характеристике основных промысловых показателей в ходе многолетнего сетного лова рыб, в том числе трески, в Кунаширском проливе в период 1998–2022 гг. Принимается, что индексы запасов (стандартизированные уловы на усилие) позволяют оценить многолетнюю динамику промыслового стада трески южно-курильских вод, а также смежных районов обитания вида.

### Объекты и методы исследований

Многолетние данные статистики промысла и мониторинга размерного состава стада трески Кунаширского пролива формировали ежегодно пополняемую базу данных, имеющую унифицированную форму накопления и обработки, а также единые методы анализа.

Основным материалом для настоящей работы послужили промысловые и биологические данные, собранные в ходе сетного лова южного одноперого терпуга и минтая, а также трески и других видов прилова флотом малотоннажных судов (до 20 ед.) японского рыболовного кооператива г. Раусу в восточной (российской) зоне Кунаширского пролива в 1998–2022 гг. Северная граница разрешенного района промысла находилась на широте  $44^{\circ}20'$ , однако преимущественно суда работали южнее  $44^{\circ}08'$  с.ш. (рис. 1).

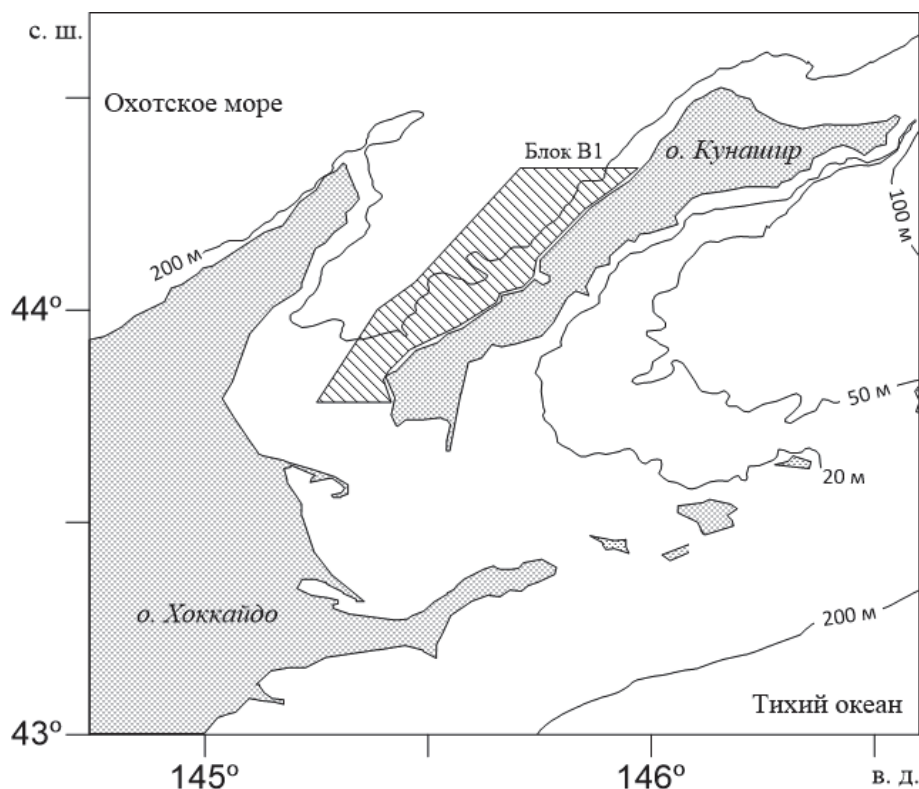


Рис. 1. Схема района и разрешенного участка (блок В1) сетного промысла рыб в Кунаширском проливе  
 Fig. 1. Diagram of the area and authorized zone (Block B1) for gill net fishing in Kunashir Strait

Осенне-зимний промысел терпуга осуществлялся донными жаберными сетями с ячейей 35 x 35 мм по отечественной классификации, высотой 7,5 м, длиной 40 м. Район промысла

охватывал примерный диапазон глубин 70–320 м. Весь период лова включал временной диапазон от второй декады сентября до третьей декады декабря. Отдельным этапом являлся прилов трески в ходе зимнего промысла минтая, продолжавшийся с первой декады января по вторую декаду марта максимально. Специализированный промысел минтая осуществлялся донными жаберными сетями с ячейей 48 x 48 мм по российской классификации, высотой 10 м, длиной 40 м. Район добычи, а также характер промысла ничем не отличались от предшествующего осенне-зимнего промысла. Во время лова каждое судно обычно выставляло 4–5 порядков сетей, при этом в них насчитывалось от 15 до 50 сетей. По завершении промысла каждого года вся промысловая информация заносилась в многолетнюю базу данных, а биологические показатели рыб оценивались научным наблюдателем ежегодно в течение двух недель в октябре на одном из промысловых судов. В общем итоге за 24 года исследований было проанализировано 40252 сетных постановок в сентябре–декабре и 19190 сетных постановок в январе–марте (таблица).

**Объем материала по треске, собранный в ходе исследований 1998–2022 гг.  
Volume of data on Pacific cod collected during research from 1998 to 2022**

Период, лет	Январь–март			Сентябрь–декабрь		
	Вылов, т	Количество усилий, шт.	Промеры, экз.	Вылов, т	Количество усилий, шт.	Промеры, экз.
1998–2000	40,979	1632	-	46,687	1882	477
2001–2005	60,093	2736	1004	218,363	5479	349
2006–2010	94,758	2796	236	266,361	10707	-
2011–2015	50,407	3477	-	170,281	8551	271
2016–2020	85,071	6645	337	120,452	11603	789
2021–2022	52,548	1904	-	75,689	2030	-
Всего	383,856	19190	1577	897,833	40252	1886

За весь период исследований было промерено 1886 экз. рыб осенью и 1577 экз. – зимой.

Информация по промысловой статистике японского рыболовного флота в северной части Японского моря, южной части Охотского моря и у северо-восточного побережья о. Хоккайдо получена из данных Агентства по рыболовству Японии (Fisheries Agency of Japan) и Агентства Японии по исследованию рыболовства и образованию (Japan Fisheries Research and Education Agency) на сайте <https://abchan.fra.go.jp>.

Стандартизированные уловы на усилие, учитывающие особенности уловистости разных типов судов и орудий лова, рассчитывались в среде R с применением метода GLM (обобщенная линейная модель) (Maunder, Punt, 2004). Обобщенные линейные модели позволяют пересчитать наблюденный улов на усилие с учетом максимального количества известных факторов (Михайлов, 2015).

### Результаты и их обсуждение

В Кунаширском проливе на сетном промысле в 2000–2022 гг. годовой вылов трески изменялся в пределах от 13,0 до 88,8 т, в среднем равняясь 54,9 т (рис. 2).

В сентябре–декабре осваивалось в среднем 71,9 % от общей величины улова, а пределы колебаний относительной величины составляли 41,4–92,7 %. В 2006–2016 гг. наблюдался общий тренд понижения вылова с последующим его повышением вплоть до 2022 г. В периоды увеличения годового вылова значимость зимнего промысла, проводившегося в январе–феврале, возрастала, что особенно было заметно в 2018–2022 гг. В годы снижения вылова значимость зимнего промысла, соответственно, уменьшалась.

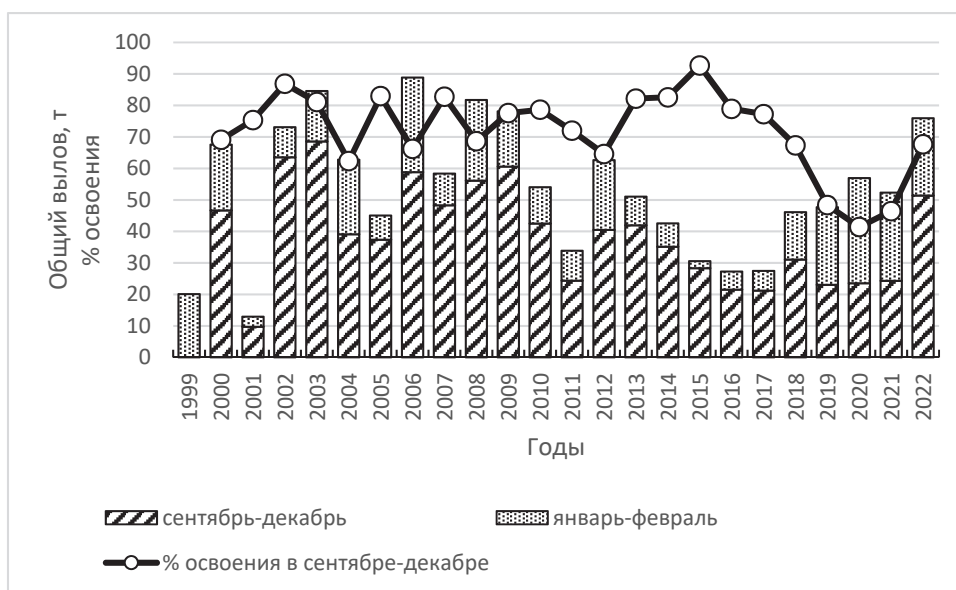


Рис. 2. Динамика вылова трески Кунаширского пролива в 2000–2022 гг.  
Fig. 2. Dynamics of Pacific cod catches in Kunashir Strait from 2000 to 2022

В январе–феврале взрослое стадо трески осуществляет зимовку на островном склоне, вследствие чего зимние уловы на шельфе и верхних участках склона резко снижаются (рис. 3).

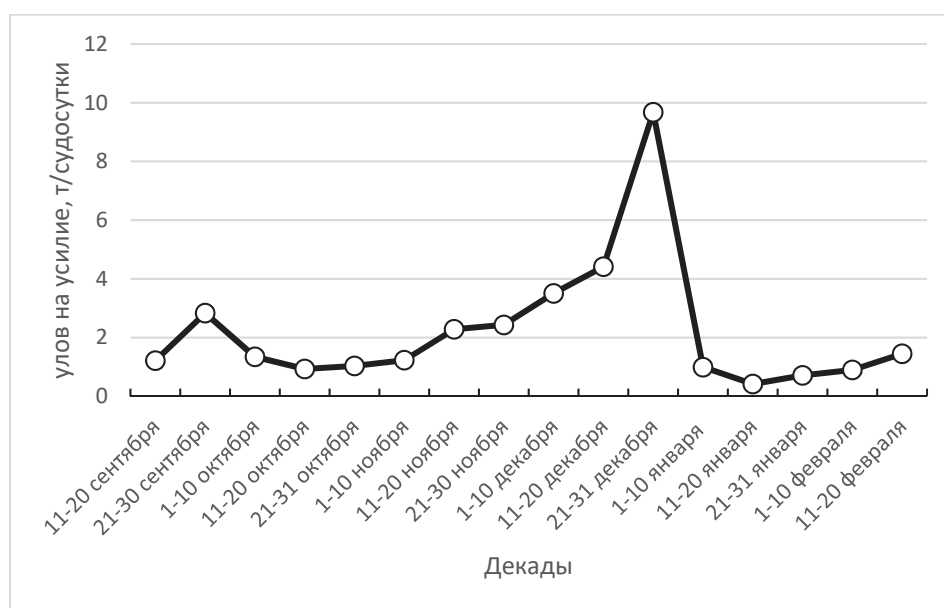


Рис. 3. Осредненная динамика улова на усилие трески по декадам промысла в 2000–2022 гг.  
Fig. 3. Average dynamics of Pacific cod catch per unit effort by fishing decades from 2000 to 2022

Как видно, уловы трески неуклонно увеличиваются от ноября до конца декабря с последующим резким спадом в январе–феврале. Спад объясняется переходом основных зимовальных скоплений рыб на островной склон, где в последующем осуществляется размножение вида.

Многолетние уловы на усилие отдельно в сентябре–декабре и январе–феврале продемонстрировали единую тенденцию изменений, указывающую на их уменьшение к 2016–2017 гг. и последующий рост, что в целом соответствовало общему тренду изменения годового вылова (рис. 4).

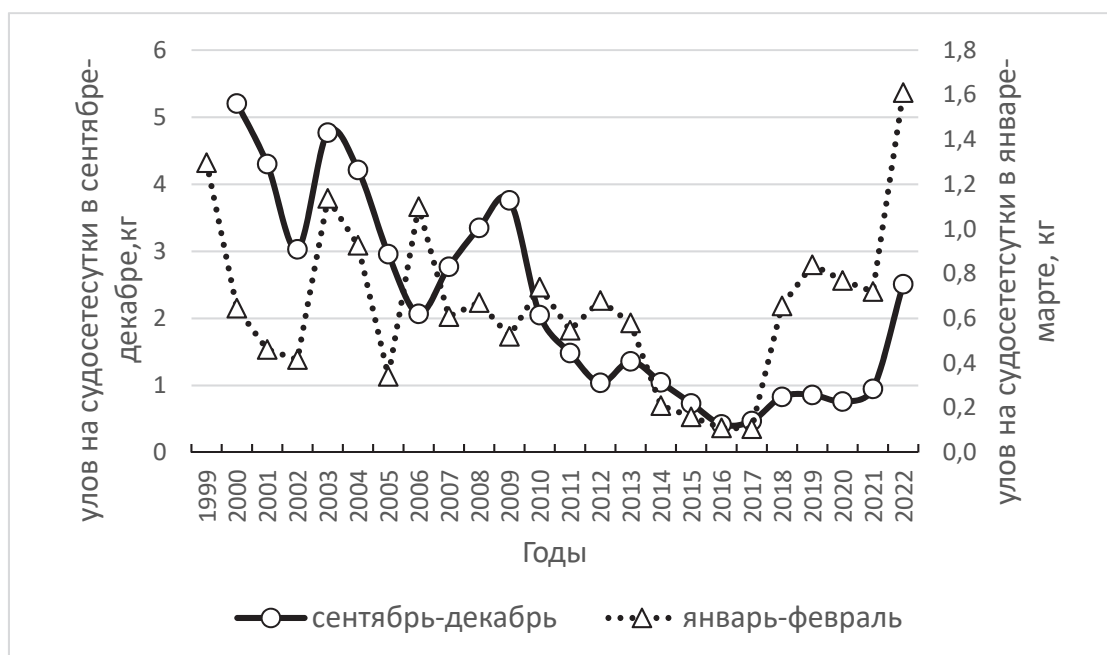


Рис. 4. Изменение улова трески на усилие в сентябре–декабре и январе–феврале 1999–2022 гг.  
 Fig. 4. Changes in Pacific cod catch per unit effort in September–December and January–February, 1999–2022

Если рассмотреть характер изменения параметров осенне-зимнего промысла, то можно отметить, что стабильный уровень вылова постоянно поддерживался увеличением интенсивности ведущегося промысла, т.е. ростом количества усилий (рис. 5).

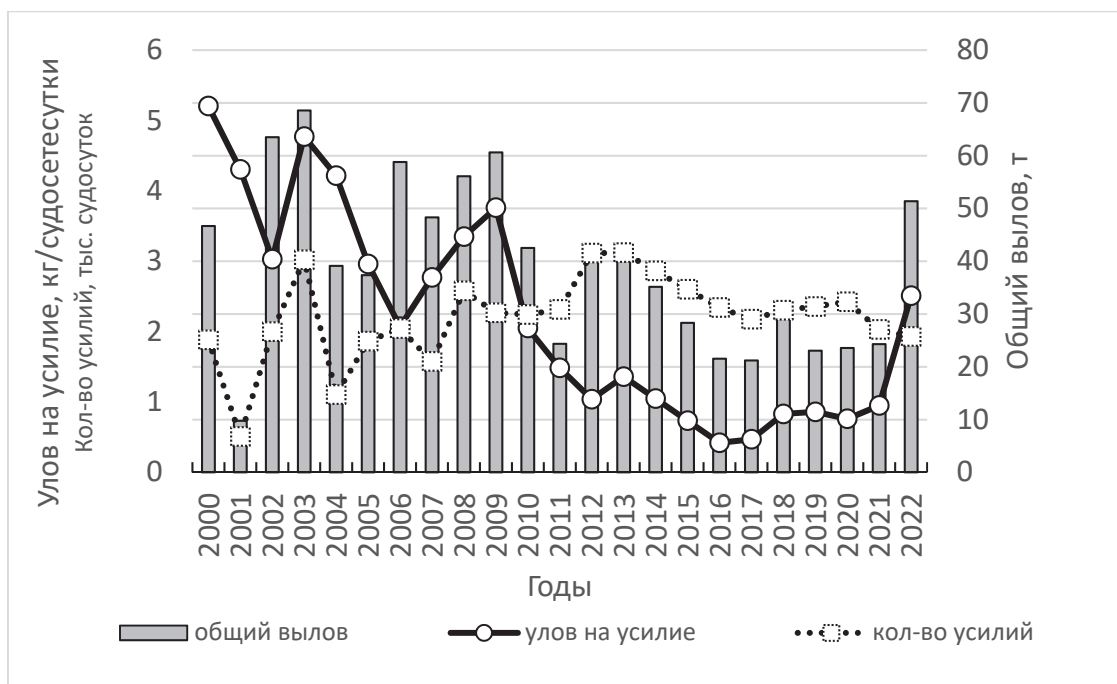


Рис. 5. Динамика основных промысловых показателей на сетном лове трески в Кунаширском проливе в сентябре–декабре 2000–2022 гг.  
 Fig. 5. Dynamics of key fisheries indicators in Pacific cod gill-net fishery in Kunashir Strait in September–December from 2000 to 2022

Динамика стандартизированного улова на усилие во всем Южно-Курильском районе существенно отличалась от данных, приведенных выше для Кунаширского пролива (рис. 6).

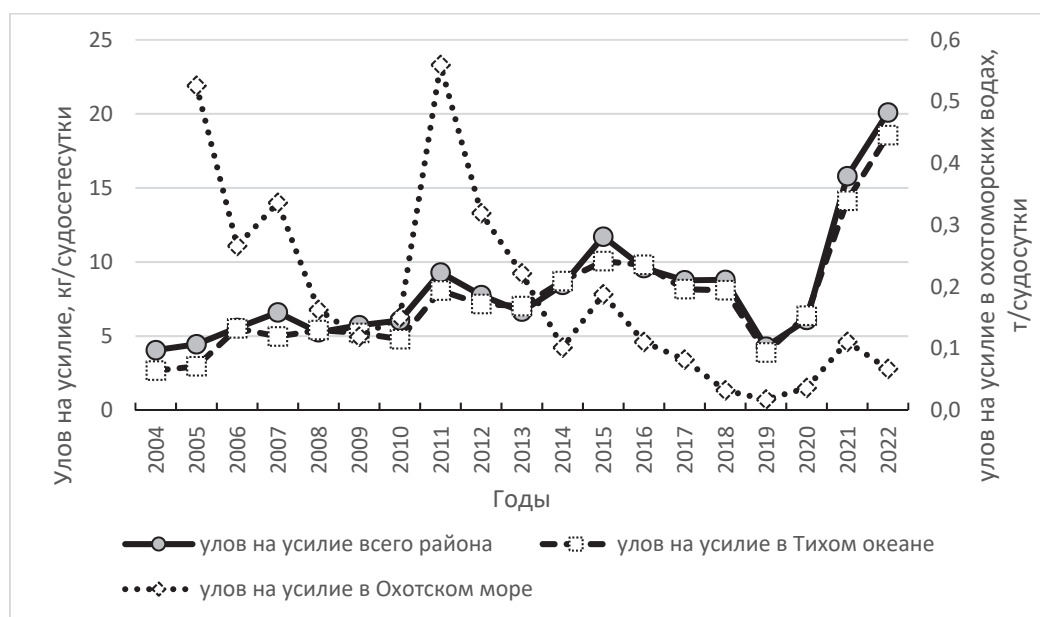


Рис. 6. Динамика стандартизированного улова на усилие трески во всем Южно-Курильском районе  
Fig. 6. Dynamics of Pacific cod' catch per unit in the entire South Kuril region

На протяжении 2004–2015 гг. наблюдался неуклонный рост этого показателя, за которым последовало кратковременное снижение до 2019 г., и в дальнейшем произошел новый стремительный рост его величины, продолжавшийся вплоть до 2022 г. Подобный характер изменений был наблюден и для стандартизированного улова на усилие, рассчитанного на промысле в океанской зоне островов. Динамика изменения параметра во всем регионе и океанских водах оказалась единой ввиду значимой доли в суммарном вылове трески тихоокеанских вод, достигшей в среднегодовом плане 78,3 % (рис. 7).

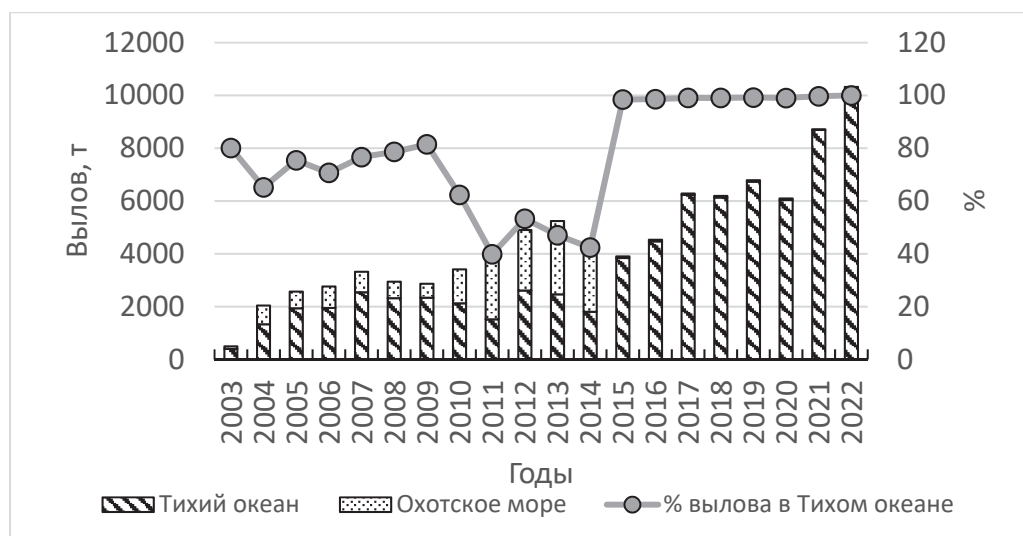


Рис. 7. Динамика вылова трески в южно-курильских водах в 2003–2022 гг.  
Fig. 7. Dynamics of Pacific cod landing in the South Kuril waters from 2003 to 2022

В 2015–2022 гг. весь вылов трески относился исключительно к океанской зоне островов. В охотоморских водах Южных Курил, несмотря на аномально резкий скачок улова на усилие в 2011 г., прослеживался общий тренд на снижение параметра вплоть до 2019. В последующем наблюдался небольшой прирост данного показателя к 2021 г. с небольшим его падением в 2022 г. Общий характер изменений стандартизированного улова на усилие в охотоморских водах Южных Курил сходный с таковым в Кунаширском проливе, тогда как в тихоокеанских водах вся картина явно не соответствовала этим наблюдениям.

Промысловая статистика по треске, представленная японским флотом у берегов о. Хоккайдо, соответствует популяционным представлениям у японских исследователей (Suda et al., 2017) и формируется отдельно по тихоокеанской и япономорской подзонам. Воды южной части Охотского моря включаются в единую зону влияния теплого Цусимского течения и его ветвей (течение Соя), что объединяет этот район с северо-япономорской зоной. Вместе с тем до 2020 г. промысловая статистика данного района представлялась изолировано (<https://abchan.fra.go.jp>).

В тихоокеанской зоне промысла улов на усилие последовательно увеличивался от 1990-х гг. и вплоть до последних лет наблюдения (рис. 8).

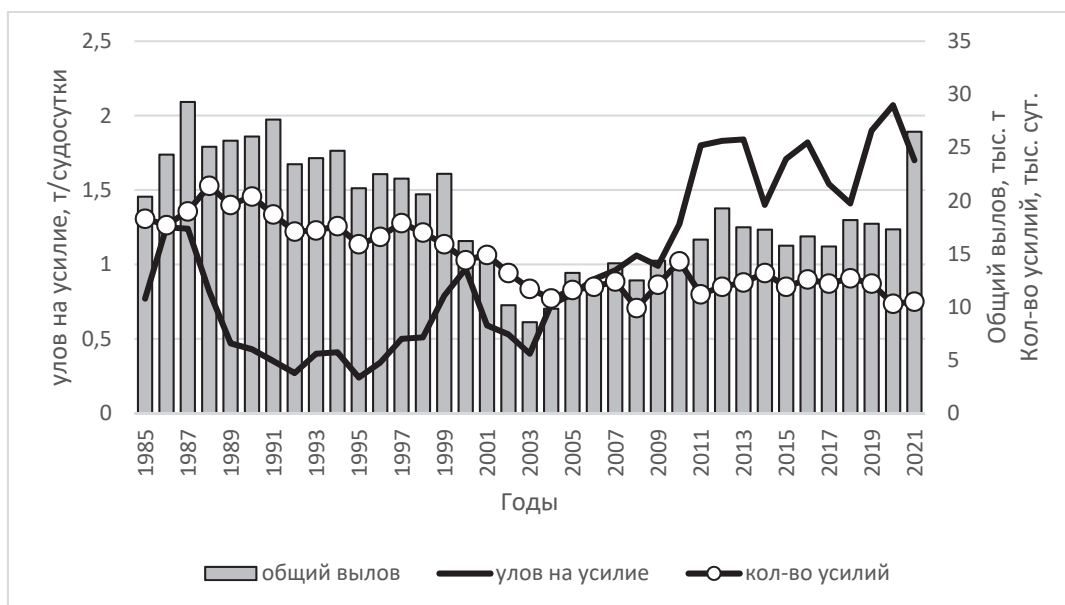


Рис. 8. Общий вылов, количество усилий и улов на усилие на промысле трески в тихоокеанской зоне Японии в 1985–2021 гг.

Fig. 8. Total catch, fishing effort, and catch per unit effort in the Pacific cod fishery in the Pacific waters of Japan from 1985 to 2021

На этом фоне количество усилий в эти же годы постепенно снижалось. Очевидно, что относительно высокий уровень общего вылова трески в районе поддерживался высокой интенсивностью промысла. Снижение количества усилий к 2003 г. явно способствовало заметному падению общего вылова. По мере существенного роста улова на усилие в 2000-х гг., при стабилизации количества усилий, вылов стал расти, достигнув 26,5 тыс. т в 2021 г. Представленная картина в целом вполне соответствовала положительным изменениям основных показателей российского промысла во всем Южно-Курильском районе. Однако значительного снижения и последующего сильного роста улова на усилие в период 2015–2021 гг. отмечено не было, поэтому коэффициент корреляции между стандартизированными уловами на усилие обоих районов достигает невысокого значения – всего лишь 0,27. Динамика улова на



усилие в Кунаширском проливе и, по данным российского промысла, в охотоморских водах Южных Курильских островов обратная. Сравнение многолетних изменений улова на усилие между тихоокеанской зоной о. Хоккайдо и Кунаширским проливом демонстрирует отрицательную корреляцию на высоком уровне (-0,85).

В охотоморской зоне у северного побережья о. Хоккайдо улов на усилие находился в довольно широком диапазоне колебаний в пределах 33–181 кг/постановку, без четких признаков многолетнего повышения или понижения (рис. 9).

В 2009–2012 гг. наблюдалось небольшое увеличение этого показателя, завершившееся кратковременным снижением, но в 2016–2017 гг. вновь произошел стремительный рост улова на усилие – до 946 кг/постановку, с последующим снижением к 2019 г. Количество усилий неуклонно снижалось с середины 1980-х гг. по 2019 г. (последний год наблюдений). На этом фоне вылов увеличивался соответственно росту улова на усилие в 2009–2012 гг., особенно в 2016–2018 гг. Зависимость между многолетними колебаниями улова на усилие охотоморской зоны о. Хоккайдо и Кунаширским проливом для периода 2000–2019 гг. оказалась отрицательной и невысокой, а коэффициент корреляции не превысил -0,57. Положительный коэффициент корреляции был обнаружен между стандартизированными уловами на усилие для всего Южно-Курильского района и охотоморской зоной о. Хоккайдо (0,50).

В япономорской зоне промысла рыболовного флота Японии улов на усилие до 2016 г. колебался в ограниченных пределах 59–326 кг/постановку, не демонстрируя отчетливых долгопериодных тенденций изменения до 2014–2015 гг., но затем он резко увеличился, достигнув 1349 кг/постановку в 2021 г. (рис. 10).

Несмотря на сильное уменьшение интенсивности промысла на протяжении 2000–2021 гг., общий вылов по годам снизился несущественно, а после 2016 г., за счет роста улова на усилие, стал стремительно расти, оставшись на высоком уровне вплоть до 2021 г. Быстрый рост улова на усилие в 2018–2022 гг. по своему характеру вполне соответствовал темпам прироста годовых уловов и уловов на усилие, наблюдаемым во всем Южно-Курильском регионе. Уровень корреляции величины улова на усилие между Кунаширским проливом и япономорской зоной о. Хоккайдо для периода 2000–2021 гг. был невысоким и составлял лишь -0,45.

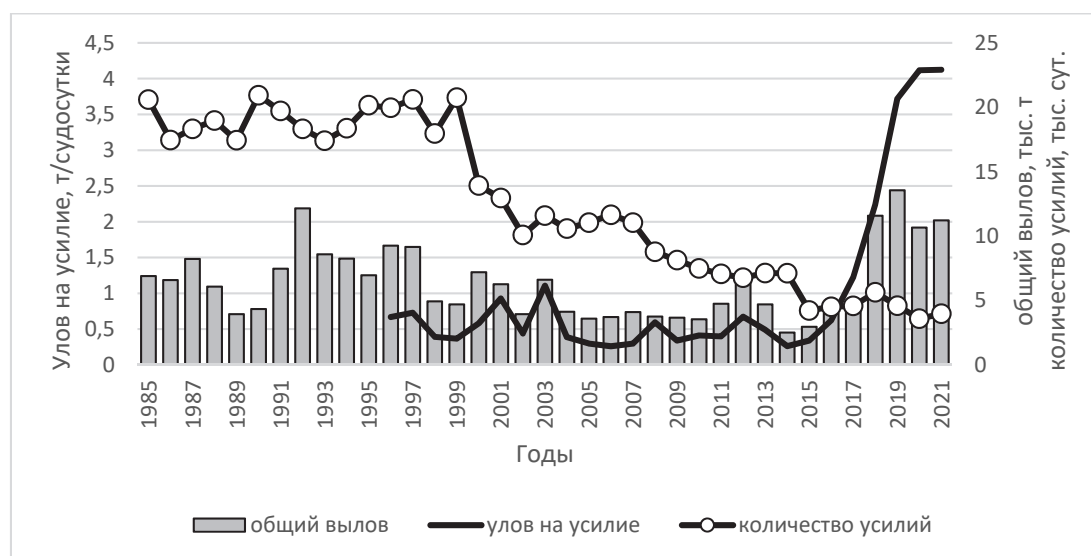


Рис. 9. Общий вылов, количество усилий и улов на усилие на промысле трески в охотоморской зоне Японии в 1985–2021 гг.

Fig. 9. Total catch, fishing effort, and catch per unit effort in the Pacific cod fishery in Okhotsk Sea waters of Japan from 1985 to 2021



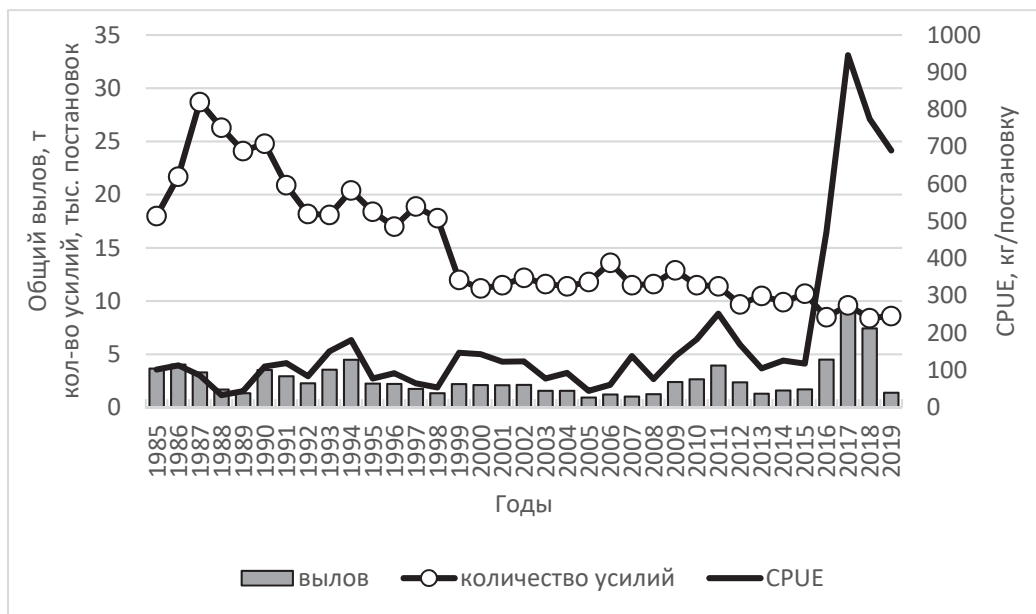


Рис. 10. Общий вылов, количество усилий и улов на усилие на промысле трески в япономорской зоне Японии в 1985–2021 гг.

Fig. 10. Total catch, fishing effort, and catch per unit effort in the Pacific cod fishery in Japan Sea waters of Japan from 1985 to 2021

Вместе с тем корреляция улова на усилие между япономорским и североохотоморским побережьями о. Хоккайдо оказалась положительной и достаточно высокой при коэффициенте связи, равном 0,70, что может говорить о значительном сходстве между динамикой запасов трески в рассматриваемых двух районах, находящихся под влиянием Цусимского течения. Характер стремительного роста промысловых показателей последних лет в обоих этих районах весьма напоминает картину, наблюдаемую в водах всего Южно-Курильского региона. Это может указывать на гораздо более существенную роль в пополнении локальных запасов трески, обитающей непосредственно в южно-курильских водах, нагуливающейся частью стада из южной части Охотского моря. Известно, что нерестилища трески в районе Южных Курильских островов находятся всецело в зоне влияния течения Соя (Ким, 1998, 2011). Сходство факторов внешней среды по всему ареалу обитания вида в южной части Охотского моря, по всей видимости, может способствовать широкому расселению трески из зоны северного побережья о. Хоккайдо в зону Южных Курильских островов в период нагула.

Размерный состав трески в сентябре–декабре был представлен рыбами длиной от 15 до 90 см, средняя величина длины тела варьировала между 34,5–55,3 см (рис. 11).

В 1998–2005 гг. средняя длина тела повышалась к 2001 г., а затем снижалась. В 2012–2019 гг. наблюдалось снижение ее величины к 2016 г., с последующим ростом. Эта динамика характерным образом соответствовала изменению годового улова и улова на усилие. Когда промысловые показатели улучшались, средняя длина увеличивалась, отражая повышение доли крупных особей, и наоборот, при ухудшении результатов промысла – снижении годового вылова и величины улова на усилие, происходило уменьшение длины тела рыб, т.е. росла доля пополнения. В январе–феврале, несмотря на отрывочность данных, характер изменения средней длины тела также вполне соответствует динамике роста или снижения годового вылова и улова на усилие (рис. 12).

Величина параметра в целом находилась в пределах 45,5–56,9 см, снижаясь в годы уменьшения улова и увеличиваясь в обратном случае.

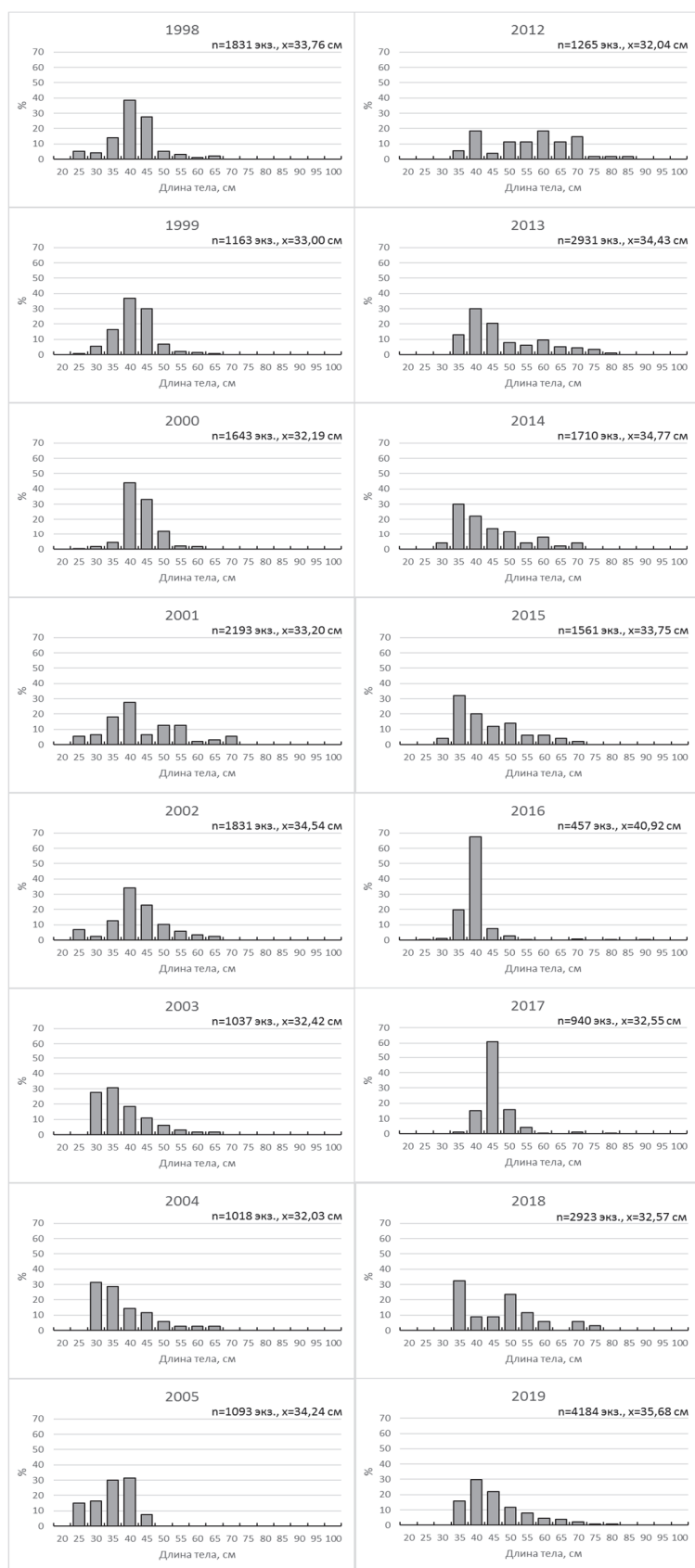


Рис. 11. Размерный состав трески в осенних сетных уловах в Кунаширском проливе в 1998–2019 гг.

Fig. 11. Size composition of Pacific cod in autumn gill net catches in Kunashir Strait from 1998 to 2019

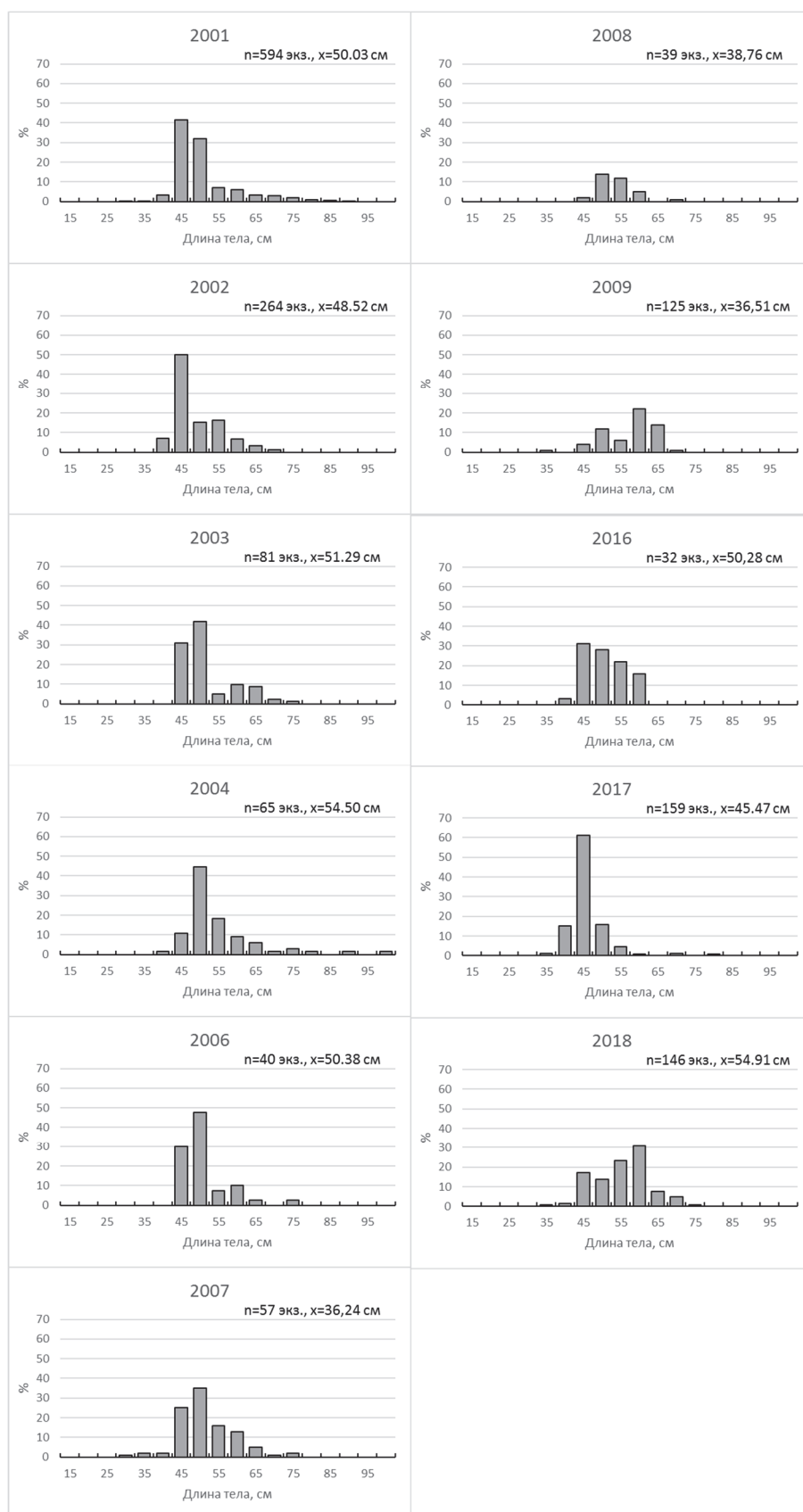


Рис. 12. Размерный состав трески в зимних сетных уловах в Кунаширском проливе в 2001–2018 гг.  
 Fig. 12. Size composition of Pacific cod in winter gill net catches in Kunashir Strait from 2001 to 2018

### Заключение

Таким образом, многолетняя динамика улова на усилии для трески Кунаширского пролива характеризовалась существенными отличиями от изменений данного показателя в океанских водах Южных Курильских островов, а также в смежных районах о. Хоккайдо. Исходя из отсутствия географических барьеров между южно-курильскими водами и близлежащими районами о. Хоккайдо, нагульные миграции трески могут осуществляться как из района Охотского моря, так и тихоокеанского побережья о. Хоккайдо. Но полученные данные позволяют предполагать, что значимое влияние на структуру общего запаса трески в Южно-Курильском районе последних лет может оказывать треска, приходящая на нагул от северного побережья о. Хоккайдо. Локальный запас трески Кунаширского пролива претерпевал длительное сокращение своей величины, вплоть до 2016 г., с последующей сменой тенденции. Современный рост запасов продолжается и совпадает с положительными изменениями в общих ресурсах вида в регионе. Следует обратить внимание на необходимость дальнейшего мониторинга за локальными запасами трески Южно-Курильского района с целью подтверждения общих тенденций изменений, наблюдаемых в последние годы.

### Список источников

1. Золотов А.О., Антонов Н.П., Мазникова О.А. Ресурсы трески Курильских островов: запасы и современный промысел // Рыбное хозяйство. 2020. № 4. С. 44–51. DOI: 10.37663/0131-6184-2020-4-44-51.
2. Ким Сен Ток, Бирюков И.А. Некоторые черты биологии и промысловые ресурсы донных и придонных видов рыб в шельфовых водах Южных Курильских островов в 1987–2006 гг. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2009. 124 с.
3. Ким Сен Ток. Особенности биологии и численность тихоокеанской трески в водах западного Сахалина и Южных Курильских островов // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 124. С. 212–236.
4. Ким Сен Ток. Формирование зон размножения тихоокеанской трески в южной части Охотского моря под ограничивающим воздействием условий окружающей среды // Тр. СахНИРО. 2011. Т. 12. С. 151–159.
5. Михайлов А.И. Математические аспекты стандартизации уловов на усилии // Вопросы рыболовства. 2015. Т. 16, № 4. С. 489–496.
6. Орлова С.Ю., Смирнова М.А., Строганов А.Н., Мухаметов И.Н., Смирнов А.А., Ток К.С., Park J.H., Орлов А.М. Филогеография тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* на основе анализа полиморфизма контрольного региона мтДНК // Генетика. 2019. Т. 55, № 5. С. 531–543.
7. Смирнова М.А., Орлова С.Ю., Калчугин П.В., Бойко М.И., Park J.H., Орлов А.М. Особенности популяционной структуры тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* южной части ареала на основе микросателлитного анализа // Генетика. 2018. Т. 54, № 6. С. 661–670.
8. Строганов А.Н. Треска от плиоцена до современности: генезис и специфика процессов формообразования. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. 230 с.
9. Тихоокеанская треска дальневосточных вод России / под ред. А.М. Орлова. М.: Изд-во ВНИРО, 2013. 320 с.
10. Cunningham K.M., Canino M.F., Spies I.B., Hauser L.. Genetic isolation by distance and localized fjord population structure in Pacific cod (*Gadus macrocephalus*): limited effective dispersal in the northeastern Pacific Ocean // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2009. Vol. 66. P. 153–166.
11. Kanno Ya., Ueda Yu., Matsuishi T. Subpopulations of Pacific cod *Gadus macrocephalus* off the Pacific coast of northern Japan // Nippon Suisan Gakkaishi. 2001. Vol. 67(1). P. 67–77. (яп.).

12. Liu M., Lu Z.C., Gao T.X., Yanagimoto T., Sakurai Y. Remarkably low mtDNA control-region diversity and shallow population structure in Pacific cod *Gadus microcephalus* // Journal of Fish Biology. 2010. Vol. 77. P. 1071–1082.
13. Maunder M., Punt A.E. Standardizing catch and effort data: A review of recent approaches // Fisheries Research. 2004. Vol. 70(2–3). P. 141–159. DOI: 10.1016/j.fishres.2004.08.002.
14. Saito K. Genetic variation and local differentiation in the Pacific cod *Gadus macrocephalus* around Japan revealed by mtDNA and RAPD markers // Fisheries Science. 1998. Vol. 64(5). P. 673–679.
15. Smirnova M.A., Orlova S.Yu., Mugue N.S., Mukhametov I.N., Smirnov A.A., Orlov A.M. Genetic differentiation of Pacific cod *Gadus macrocephalus* in the Sea of Okhotsk and in the Bering Sea // Doklady Biochemistry and Biophysics. 2015. Vol. 465. P. 389–393.
16. Suda A., Nagata N., Sato A. et al. Genetic variation and local differences in Pacific cod *Gadus microcephalus* around Japan // J. Fish Biol. 2017. Vol. 90, № 1. P. 61–79. DOI: 10.1111/jfb.13154.

### References

1. Zolotov A.O., Antonov N.P., Maznikova O.A. Cod resources of the Kuril Islands: stocks and modern fishing // Fisheries. 2020. No. 4. P. 44–51. DOI: 10.37663/0131-6184-2020-4-44-51.
2. Kim Sen Tok, Biryukov I.A. Some features of biology and commercial resources of bottom and bottom fish species in the shelf waters of the southern Kuril Islands in 1987-2006. Yu-Sah.: SakhNIRO, 2009. 124 p.
3. Kim Sung Tok. Features of biology and abundance of Pacific cod in the waters of Western Sakhalin and the southern Kuril Islands // Izv. TINRO. 1998. Vol. 124. P. 212–236.
4. Kim Sen Tok. Formation of breeding zones of Pacific cod in the southern part of the Sea of Okhotsk under the limiting influence of environmental conditions // Tr. SakhNIRO. 2011. Vol. 12. P. 151–159.
5. Mikhailov A.I. Mathematical aspects of standardization of catches for effort // Questions of fisheries. 2015. Vol. 16, No. 4. P. 489–496.
6. Orlova S.Yu., Smirnova M.A., Stroganov A.N., Mukhametov I.N., Smirnov A.A., Tok K.S., Park J.H., Orlov A.M. Phylogeography of the Pacific cod *Gadus macrocephalus* based on the analysis of polymorphism of the mtDNA control region // Genetics. 2019. Vol. 55, No. 5. P. 531–543.
7. Smirnova M.A., Orlova S.Yu., Kalchugin P.V., Boyko M.I., Park J.H., Orlov A.M. Features of the population structure of the Pacific cod *Gadus macrocephalus* in the southern part of the range based on microsatellite analysis // Genetics. 2018. Vol. 54, No. 6. P. 661–670.
8. Stroganov A.N. Cod from the Pliocene to the present: genesis and specificity of the processes of formation. M.: Association of Scientific Publications of the CMC, 2020. 230 p.
9. Pacific cod of the Far Eastern waters of Russia (ed. Orlova A.M.). M.: Publishing house VNIRO, 2013. 320 p.
10. Cunningham K.M., Canino M.F., Spies I.B., Hauser L. Genetic isolation by distance and localized fjord population structure in Pacific cod (*Gadus macrocephalus*): limited effective dispersal in the northeastern Pacific Ocean // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2009. Vol. 66. P. 153–166.
11. Kanno Ya., Ueda Yu., Matsuishi T. Subpopulations of Pacific cod *Gadus microcephalus* off the Pacific coast of northern Japan // Nippon Suisan Gakkaishi. 2001. Vol. 67(1). P. 67–77. (yap.).
12. Liu M., Lu Z.C., Gao T.X., Yanagimoto T., Sakurai Y. Remarkably low mtDNA control-region diversity and shallow population structure in Pacific cod *Gadus microcephalus* // Journal of Fish Biology. 2010. Vol. 77. P. 1071–1082.
13. Maunder M., Punt A.E. Standardizing catch and effort data: A review of recent approaches // Fisheries Research. 2004. Vol. 70(2–3). P. 141–159. DOI: 10.1016/j.fishres.2004.08.002.

14. Saito K. Genetic variation and local differentiation in the Pacific cod *Gadus macrocephalus* around Japan revealed by mtDNA and RAPD markers // *Fisheries Science*. 1998. Vol. 64(5). P. 673–679.

15. Smirnova M.A., Orlova S.Yu., Mугue N.S., Mukhametov I.N., Smirnov A.A., Orlov A.M. Genetic differentiation of Pacific cod *Gadus macrocephalus* in the Sea of Okhotsk and in the Bering Sea // *Doklady Biochemistry and Biophysics*. 2015. Vol. 465. P. 389–393.

16. Suda A., Nagata N., Sato A. et al. Genetic variation and local differences in Pacific cod *Gadus macrocephalus* around Japan // *J. Fish Biol.* 2017. Vol. 90, № 1. P. 61–79. DOI: 10.1111/jfb.13154.

### **Информация об авторе**

Ким Сен Ток – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией морских и пресноводных рыб.

### **Information about the author**

Kim Sen Tok – PhD of Biological Sciences, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Marine and Freshwater Fish .

Статья поступила в редакцию 27.06.2023; одобрена после рецензирования 07.09.2023; принята к публикации 26.09.2023.

The article was submitted 27.06.2023; approved after reviewing 07.09.2023; accepted for publication 26.09.2023.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 574.5

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-08>

Гидробионты арктического пояса бассейна реки Яны

Александр Федорович Кириллов<sup>1</sup>, Лена Иннокентьевна Сидорова<sup>2</sup>, Ольга Дмитриевна Апсолихова<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup> Якутский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («ЯкутскНИРО»), Якутск, Россия

<sup>3</sup> РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск, Беларусь

<sup>1</sup> [afkirillov@yandex.ru](mailto:afkirillov@yandex.ru)

<sup>2</sup> [kuzmina\\_lena\\_in@inbox.ru](mailto:kuzmina_lena_in@inbox.ru)

<sup>3</sup> [lablakeirh@gmail.com](mailto:lablakeirh@gmail.com)

**Аннотация.** Арктический пояс бассейна реки Яны занимает территорию 10,2 тыс. км<sup>2</sup> и включает дельту реки протяженностью от устья 143 км, с расположенными в ней 20,1 тыс. озер общей площадью 1350 км<sup>2</sup>. Водоемы арктической зоны бассейна реки Яны играют важную роль в формировании фауны туводных, полупроходных и проходных рыб. Ихтиофауна водной биоты этого участка речного бассейна включает 21 вид с подвидами, из них свыше 70 % в промышленном рыболовстве составляют рыбы семейства Coregonidae. Зоопланктон в реке представлен в основном кладоцерами и неполовозрелыми стадиями веслоногих ракообразных, при общей биомассе 0,016 мг/м<sup>3</sup>; в озерах численность и биомасса колебались в пределах от 2840–202000 экз./м<sup>3</sup> и 20,19–1759,2 мг/м<sup>3</sup>. Речной зообентос представлен в основном олигохетами, моллюсками, личинками хирономид, при общей биомассе 96,58 г/м<sup>3</sup>, в озерах общая биомасса организмов зообентоса составляет 44,28 г/м<sup>2</sup>. По количественным показателям и качественному составу беспозвоночных можно говорить о благополучном состоянии кормовой базы арктического пояса бассейна реки Яны. Ихтиофауну составляют пресноводные, полупроходные и проходные рыбы. Озера населяют щука, сиг, чир, пелядь, арктический голец, окунь и девятииглая колюшка. Из паразитов выявлен у пеляди *Diphyllobotrium latum*, источник передачи дифиллоботриозной инвазии человеку и животным. К видам водных биологических ресурсов, осваиваемых промышленным рыболовством, относятся одуемые – ряпушка, муксун, нельма, чир, сиг-пыжьян; рекомендованные объемы вылова – тугун, елец, налим, ерш, окунь, щука и прогнозируемый вылов – омуль, что составляет 57,1 % от общего видового состава ихтиофауны арктического пояса бассейна реки Яны. Промышленный вылов составляет порядка 0,5 тыс. т, или 87,7 % от валовой добычи рыбы в бассейне реки Яны в целом.

**Ключевые слова:** арктический пояс, бассейн реки Яны, ихтиофауна, зоопланктон, зообентос, паразиты, кормовая база

**Для цитирования:** Кириллов А.Ф., Сидорова Л.И., Апсолихова О.Д. Гидробионты арктического пояса бассейна реки Яны // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023 Т. 65, № 3. С. 62–70.

## FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-08>

### Hydrobionts of the arctic belt of the Yana river basin

Alexander F. Kirillov<sup>1</sup>, Lena I. Sidorova<sup>2</sup>, Olga D. Apsolikhova<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Yakut Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («YakutskNIRO»), Yakutsk, Russia

<sup>3</sup> RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Belarus

**Abstract.** The Arctic belt of the Yana River basin covers an area of 10.2 thousand km<sup>2</sup> and includes the river delta, 143 km long from the mouth, with 20.1 thousand lakes located in it with a total area of 1350 km<sup>2</sup>. Lakes of the Arctic zone of the Yana basin play an important role in the formation of the fauna of aquatic, semi-anadromous, and anadromous fish. The ichthyofauna of the aquatic biota of this section of the river basin includes 21 species with subspecies, of which more than 70% in commercial fishing are fish of the Coregonidae. Zooplankton in the river is mainly represented by cladocera and immature stages of copepods, with a total biomass of 0.016 mg/m<sup>3</sup>; in lakes, the abundance and biomass ranged from 2840–202000 ind./m<sup>3</sup> and 20.19–1759.2 mg/m<sup>3</sup>. River zoobenthos is represented mainly by oligochaeta, mollusks, chironomidae larvae, with a total biomass of 96.58 g/m<sup>3</sup>; in lakes, the total biomass of zoobenthos organisms is 44.28 g/m<sup>2</sup>. According to the quantitative indicators and the qualitative composition of invertebrates, one can speak about the favorable state of the food base of the Arctic belt of the Yana basin. The ichthyofauna consists of freshwater, semi-anadromous and anadromous fish. The lakes are inhabited by pike, whitefish, whitefish, peled, arctic char, perch and nine-spined stickleback. Of the parasites, *Diphyllobotrium latum*, a source of transmission of diphyllobotriasis invasion to humans and animals, was found in peled. The types of aquatic biological resources mastered by industrial fishing include those that are used - vendace, muksun, nelma, broad whitefish, whitefish; the recommended catch volumes are tugun, dace, burbot, ruff, perch, pike and the predicted catch is omul, which is 57.1 % of the total species composition of the ichthyofauna of the Arctic belt of the Yana basin. The commercial catch is about 0.5 thousand tons or 87.7 % of the gross fish catch in the Yana basin as a whole.

**Keywords:** arctic belt, Yana River basin, ichthyofauna, zooplankton, zoobenthos, parasites, nutritive base

**For citation:** Kirillov A.F., Sidorova L.I., Apsolikhova O.D. Hydrobionts of the arctic belt of the Yana river basin. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):62–70. (in Russ.).

### Введение

Арктический пояс бассейна реки Яны (рисунок) занимает территорию 10,2 тыс. км<sup>2</sup> [1] и включает дельту реки протяженностью от устья 143 км, с расположенными в ней 20,1 тыс. озер общей площадью 1350 км<sup>2</sup> [2].





Бассейн реки Яны (1 – арктический пояс)  
(источник: [https://pandia.ru/text/81/229/images/img1\\_354.jpg](https://pandia.ru/text/81/229/images/img1_354.jpg))  
Arctic belt of the Yana River (1 – arctic belt)

Водоемы арктического пояса бассейна реки Яны играют важную роль в формировании фауны туводных, полупроходных и проходных рыб. Ихтиофауна водной биоты этого участка речного бассейна включает 21 вид с подвидами, из них свыше 70 % в промышленном рыболовстве составляют рыбы семейства Coregonidae. Промышленный вылов составляет порядка 0,5 тыс. т, или 87,7 % от валовой добычи рыбы в бассейне реки Яны в целом.

Определяющим экологическим фактором в жизнедеятельности рыбного населения является их питание, обеспеченное соответствующей кормовой базой, основу которой составляют организмы зоопланктона и зообентоса.

Ихтиофауна, кормовая база и паразитофауна рыб этого региона изучена лишь фрагментарно [3–12]

Цель работы – обобщение существующей информации по ихтиофауне, кормовой базе и паразитофауне промысловых рыб в арктическом поясе бассейна реки Яны.

### **Объекты и методы исследований**

Исследования ихтиофауны и кормовой базы рыб проводились на водных объектах арктического пояса бассейна реки Яны в 2015–2021 гг.

Материал обработан по общепринятым в ихтиологии [13, 14] и гидробиологии методикам [15–17].

Лов рыбы осуществлялся ставными и плавными сетями с размером ячеи 10–90 мм, неводом и крючковой снастью.

Пробы по зоопланктону (48 пробы) отбирались процеживанием 100 л воды через сеть Апштейна (мельничный газ № 72), по зообентосу (31 проба) – скребком и дночерпателем Экмана-Берджи с площадью захвата 0,01 м<sup>2</sup>, с последующей фиксацией 75 % спиртом.

Методом неполного паразитологического вскрытия [18] было обследовано 15 экз. рыб: 4 пеляди, 6 чиров, 2 щуки и 3 налима. При видовом определении паразитов руководствовались «Определителем паразитов пресноводных рыб фауны СССР» [19, 20].

### **Результаты и их обсуждение**

В составе зоопланктона арктического пояса реки выявлено 26 видов [21], из которых 13 видов представлены коловратками (Rotifera), 11 – ветвистоусыми (Cladocera) и 2 – веслоно-

гими ракообразными (Copepoda), а также встречались неполовозрелые личиночные стадии. Зоопланктофауна представлена в основном литоральными, холодолюбивыми, эвритермными видами и видами-космополитами, часто встречающимися в Палеарктике. В составе кладоцер доминировали эвритопные *Bosmina (B.) longirostris* и голоарктические *D. (Daphnia) longiremis*. Веслоногие представлены крупными *Limnocalanus macrurus*, пелагическими *Mesocyclops leucarti* и личиночными стадиями.

По количественным показателям за весь период исследований доминантами являлись ракообразные, доля коловраток незначительна, что относит участок водотока к олигосапробной зоне. Показатели зоопланктона в крупных придаточных системах выше, чем в прибрежной и русловой части реки Яны. В притоках и протоках реки максимальная плотность организмов составила 1 788 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 0,07 мг/м<sup>3</sup>. В литорали – 2 920 экз./м<sup>2</sup> и 643,14 г/м<sup>2</sup>. Общая биомасса организмов зоопланктона составляет 0,016 г/м<sup>3</sup>.

Донная фауна представлена 9 таксономическими группами: олигохетами, моллюсками (*Planorbis* O.F. Muller, 1773, *Lymnaeasp.* Lamarck, 1799, *Lymnaeaglutinosa* O.F. Muller, 1774, *Valvatasp.* Muller, 1774, *Physafontinalis* Linnaeus, 1758), клопами (*Notonectaglauca* Linnaeus, 1758), жуками (Halipidae, Hydrophilys), таракановыми (*Saduriaentomon* Linnaeus, 1758), личинками ручейников (*Phrygoneabipunctata* Retz, *Beraea* Steph, *Brachycentrussubnubilis* Curt, *Neureclipsisbimaculata* L), хирономидами (*Micropsectra* Kieff, *Psectrocladius* Kieff), поденками (*Leuctra* Steph) и другими двукрылыми (Limnophilia).

Распределение бентоса по участкам неравномерное, максимальные показатели численности и биомассы составили 2920 экз./м<sup>2</sup> и 643,14 г/м<sup>2</sup> и были отмечены в литоральной части реки Яны. В бентофауне преобладают моллюски, олигохеты и личинки хирономид, с доминированием последних. Численность и биомасса составляла 65–2920 экз./м<sup>2</sup> и 0,4–643,1 г/м<sup>2</sup>, при общей биомассе 96,58 г/м<sup>3</sup>. В целом зоопланктон и бентос арктического пояса нижнего течения реки Яны на исследованных участках в осенний период характеризуется высокими для северных рек показателями.

В видовом составе озерного зоопланктона обнаружено 24 вида, принадлежащих к 3 классам, 14 семействам, 19 родам. Основу видового разнообразия составляют коловратки (66 %), субдоминантами являются ветвистоусые и веслоногие низшие ракообразные (по 17 %). Наиболее широко по числу видов представлено семейство Brachionidae (21 % видового богатства всего зоопланктона, 31 % – общего количества таксонов коловраток). Монотипическими являются семейства Testudinellidae, Filinidae, Trichocercidae, Asplanchnidae, Trichotriidae, Euchlanidae, Daphniidae, Bosminidae. Среди веслоногих ракообразных были зафиксированы редкие представители планктонной фауны Якутии *Eurytemora gracilicauda* [22]. Количественные показатели численности и биомассы организмов в озерах в период ледостава были невысокими для озерного зоопланктона и колебались в широких пределах от 2840–202000 экз./м<sup>3</sup> и 20,19–1759,2 мг/м<sup>3</sup> соответственно.

Видовой состав озерного зообентоса был представлен 9 систематическими группами, принадлежащими к 3 типам, 4 классам, 4 отрядам, 6 семействам и 5 родам. Доминирующей группой по численности являлись личинки Chironomidae, их доля составила 39 % (2300 экз./м<sup>2</sup>), были встречены во всех озерах. По биомассе доминантами являлись бокоплавы Gammarus, их доля составила 43 % (132,99 г/м<sup>2</sup>). Субдоминантами являлись моллюски (Pisidiidae, Planorbidae) и составляли 36 % по численности (2100 экз./м<sup>2</sup>), 26 % – по биомассе (79,43 г/м<sup>2</sup>). Единично встречались личинки Plecoptera и Trichoptera, а также в незначительном количестве были найдены Oligochaeta. По степени сапробности Кольквитца-Марссона данные водоемы можно отнести к мезосапробной зоне за счет развития моллюсков и личинок хирономид, а также встречаемости ракообразных (Gammarus).

Численность колебалась в широких пределах от 100 до 2500 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – от 0,33 до 147,44 г/м<sup>2</sup>. Общая биомасса организмов зообентоса составляет 44,28 г/м<sup>2</sup>.

По количественным показателям и качественному составу беспозвоночных можно говорить о благополучном состоянии кормовой базы озер арктического пояса бассейна реки Яны.

Ихтиофауну составляют пресноводные, полупроходные и проходные рыбы: тихоокеанская минога *Lethenteron camtschaticum*, сибирский осётр *Acipenser baerii*, сибирский елец *L. leuciscus baicalensis*, обыкновенная щука *Esox Lucius*, азиатская корюшка *Osmerus dentex*, арктический омуль *Coregonus autumnalis*, сиг пыжьян *C. pidschian*, муксун *C. muksun*, чир *C. nasus*, пелядь *C. peled*, сибирская ряпушка *C. sardinella*, тугун *C. tugun*, нельма *Stenodus leucichthys nelma*, сибирский таймень *Hucho taimen*, горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, кета *O. keta*, арктический голец *Salvelinus alpinus*, тонкохвостый налим *Lota lota leptura*, девятииглая колюшка *Pungitius pungitius*, обыкновенный ёрш *Gymnocephalus cernua*, речной окунь *Perca fluviatilis*.

Озера населяют щука, сиг, чир, пелядь, арктический голец, окунь и девятииглая колюшка.

К видам водных биологических ресурсов, осваиваемых промышленным рыболовством, относятся одуемые – ряпушка, муксун, нельма, чир, сиг-пыжьян; рекомендованные объемы вылова – тугун, елец, налим, ерш, окунь, щука и прогнозируемый вылов – омуль, что составляет 57,1 % от общего видового состава ихтиофауны арктического пояса бассейна реки Яны. Промышленным рыболовством осваиваются, в том числе и ценные виды – муксун, омуль, сиг-пыжьян и чир.

Ряпушка в уловах представлена (1442 экз.) возрастными 2+-9+ лет, со средней длиной 25,9 см и массой 181,4 г. В промысле занимает ведущее место, среднемноголетний вылов составляет 386,1 т, или 69,5 % от общего объема добычи рыбы в бассейне реки Яны. В арктическом поясе бассейна реки вылавливается 83,0 % (320,5 т) ряпушки. Запасы ряпушки находятся в удовлетворительном состоянии.

Чир в уловах представлен (1074 экз.) возрастными 2+ -11+ лет, со средней длиной 41,0 см и средней массой 1085 г. Среднемноголетний вылов составляет 56,7 т, или 10,2 % от общего объема добычи рыбы в бассейне реки Яны. Практически весь чир вылавливается в арктическом поясе бассейна реки. Размерно-возрастная структура и объемы вылова в последние годы стабильны, и запасы чира находятся в удовлетворительном состоянии.

Пелядь в уловах представлена (260 экз.) возрастными 3+-14+ лет, со средней длиной 34,1 см и массой 732,5 г. Промышленный лов пеляди сосредоточен в озерах арктического пояса бассейна реки, где добывается в среднем 190,1 т. Следует отметить тот факт, что средняя длина и масса пеляди в озерах, не вовлеченных в рыбохозяйственное пользование (34,1 см и 723,0 г, 97 экз.), превышает таковые в озерах, где осуществляется промышленное рыболовство (31,6 см и 536,0 г, 163 экз.).

Сиг в уловах представлен (748 экз.) возрастными 2+-14+ лет, со средней длиной 32,5 см и массой 511,0 г. Среднемноголетний вылов составляет 30,1 т, или 5,4 % от общего объема добычи рыбы в бассейне реки Яны.

Муксун в уловах представлен (454 экз.) возрастными 5+-18+ лет, со средней длиной 47,8 см и массой 1683,7 г. Среднемноголетний вылов составляет 20,9 т, или 3,8 % от общего объема добычи рыбы в бассейне реки. Запасы ограничены.

Нельма в уловах представлена (15 экз.) возрастными 4+-9+ лет, со средней длиной 55,4 см и массой 2241,0 г. Вылов разрешен только в научных целях.

Щука в уловах представлена возрастными 4+-13+ лет (101 экз.), со средней длиной 58,1 см и средней массой 2187 г. Запасы ограничены, и вылов не превышает 3 % от валового.

Налим в уловах представлен возрастными 9+-16+ лет (20 экз.), со средней длиной 87,2 см и средней массой 5693. Запасы ограничены, и вылов не превышает 1,6 % от валового.

Паразитарные заболевания рыб причиняют весомый экономический ущерб не только в виде снижения количества и качества рыбной продукции, ухудшения ее внешнего вида,

уменьшения содержания витаминов и других биологически активных веществ, но и небезопасны для здоровья человека и животных.

Паразитофауна рыб арктического пояса бассейна реки Яны исследована очень слабо. Имеются отдельные работы, в основном касающиеся болезней особо ценных промысловых видов рыб непосредственно реки Яны [23, 24].

Паразитофауна рыб озерных экосистем изучена впервые. Обнаружено 10 видов паразитов, относящихся к четырём типам и пяти классам. Плоских червей пять видов – *Triaenophorus nodulosus*, *Triaenophorus crassus*, *Diphyllobotrium dendriticum*, *Diphyllobotrium latum*, *Ichthyocotulurus* sp., нематод два вида – *Philonema sibirica*, *Raphidascaris acus*, пиявок один вид – *Piscicola geometra*, ракообразных один вид – *Salmincola extumescens*. Один вид жаберных паразитов (не определен). Наибольшее количество видов паразитов (восемь) обнаружено у пеляди, у которой, в том числе выявлен *Diphyllobotrium latum* – источник передачи дифиллоботриозной инвазии человеку и животным.

### Заключение

Арктический пояс бассейна реки Яны занимает территорию, примерно, 10,2 тыс. км<sup>2</sup> и включает дельту реки протяженностью от устья 143 км, с расположенными в ней 20,1 тыс. озер общей площадью 1350 км<sup>2</sup>.

Водоемы арктической зоны бассейна реки Яны играют важную роль в формировании фауны туводных, полупроходных и проходных рыб. Ихтиофауна водной биоты этого участка речного бассейна включает 21 вид с подвидами, из них свыше 70 % в промышленном рыболовстве составляют рыбы семейства Coregonidae.

Зоопланктон в реке представлен в основном кладоцерами и неполовозрелыми стадиями веслоногих ракообразных, коловратки были немногочисленны. Численность и биомасса составляла 0,001–1788,0 экз./м<sup>3</sup> и 0,001–0,070 мг/м<sup>3</sup>, при общей биомассе 0,016 мг/м<sup>3</sup>. Количественные показатели численности и биомассы организмов в озерах в период ледостава были невысокими для озерного зоопланктона и колебались в широких пределах от 2840–202000 экз./м<sup>3</sup> и 20,19–1759,2 мг/м<sup>3</sup> соответственно.

Речной зообентос представлен в основном олигохетами, моллюсками, личинками хирономид. Численность и биомасса составляла 65–2920 экз./м<sup>2</sup> и 0,4–643,1 г/м<sup>2</sup>, при общей биомассе 96,58 г/м<sup>3</sup>. В озерном доминирующей группой по численности являлись личинки Chironomidae, их доля составила 39 %. По биомассе доминантами являлись бокоплавы Gammarus, их доля составила 43 %. Численность колебалась в широких пределах от 100 до 2500 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – от 0,33 до 147,44 г/м<sup>2</sup>. Общая биомасса организмов зообентоса составляет 44,28 г/м<sup>2</sup>.

По количественным показателям и качественному составу беспозвоночных можно говорить о благополучном состоянии кормовой базы арктического пояса бассейна реки Яны.

Ихтиофауну составляют пресноводные, полупроходные и проходные рыбы. Озера населяют щука, сиг, чир, пелядь, арктический голец, окунь и девятииглая колюшка.

Из паразитов выявлен у пеляди *Diphyllobotrium latum* – источник передачи дифиллоботриозной инвазии человеку и животным.

К видам водных биологических ресурсов, осваиваемых промышленным рыболовством, относятся одуемые – ряпушка, муксун, нельма, чир, сиг-пыжьян; рекомендованные объемы вылова – тугун, елец, налим, ерш, окунь, щука и прогнозируемый вылов – омуль, что составляет 57,1 % от общего видового состава ихтиофауны арктического пояса бассейна реки Яны. Промышленным рыболовством осваиваются, в том числе и ценные виды – муксун, омуль, сиг-пыжьян и чир.

Промышленный вылов составляет порядка 0,5 тыс. т, или 87,7 % от валовой добычи рыбы в бассейне реки Яны в целом.

### Список источников

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 17. Ленско-Индигирский район. Вып. 7. Яна, Индигирка / под ред. И.В. Осиповой. Л.: Гидрометеиздат, 1966.
2. Кириллов А.Ф., Шахтарин Д.В., Иванов Е.В. и др. Пресноводные рыбы реки Яна. Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2010. 112 с.
3. Кириллов Ф.Н. Состав, распределение и состояние запасов рыб реки Яны // Проблемы зоологических исследований в Сибири. Горно-Алтайск: Горно-Алтайск. кн. изд-во, 1962. С. 113–115.
4. Луцик А.И. О влиянии гидрологических факторов на численность нерестового стада ряпушки реки Яны // Закономерности колебаний численности рыб и промысловые прогнозы. М., 1972. С. 307–313.
5. Луцик А.И. Характеристика нерестилиц янской ряпушки и их связь с численностью потомства // Материалы совещания молодых ученых по экологии и морфологии животных. ВИНТИ. 1973.
6. Луцик А.И. Пути увеличения запасов ряпушки в реке Яне // Охрана природы Якутии: материалы V Республиканского совещания по охране природы Якутии. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1971. С. 161–166.
7. Луцик А.И. К вопросу о воспроизводстве сиговых рыб на реке Яне // Охрана окружающей среды и забота о здоровье человека в условиях Крайнего Севера: тез. докл. Якутск, 1978. С. 29–32.
8. Луцик Н.К., Луцик А.И. Об эффективности воспроизводства налима в реке Яне // Исследование биологических ресурсов в Якутии. Якутск, 1978. С. 94–96.
9. Кириллов А.Ф. Проходные лососевые рыбы Якутии // Первый конгресс ихтиологов России: тез. докл. М.: Изд-во ВНИРО, 1997. С.114.
10. Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. М.: Научный мир, 2002. 194 с.
11. Кириллов А.Ф., Горохова Е.С. Использование биопотенциала промысловых рыб пресноводных водоемов Якутии // Научные труды Дальрыбвтуза. 2021. Т. 58, № 4. С. 41–48.
12. Кириллов А.Ф., Бурмистров Е.В., Аргунов П.В., Жирков Ф.Н., Петров И.А. Промысел сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* (Coregonidae, Salmoniformes) в реках Якутии // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 63, № 1. С. 44–54.
13. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 164 с.
14. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищепромиздат, 1966. 376 с.
15. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1982. 35 с.
16. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / под ред. В.Р. Алексева, С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
17. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос / под ред. В.Р. Алексева, С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 457 с.
18. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Л., 1984. Т. 1: Паразитические простейшие. 432 с.
19. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Л., 1985. Т. 2, ч. 1: Паразитические многоклеточные. 428 с.
20. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Л., 1987. Т. 3, ч. 2: Паразитические многоклеточные. 584 с.
21. Сидорова Л.И., Горохова Е.С. Современные данные по гидробиологии нижнего течения реки Яна // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и тех-

ническое использование: материалы Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатский государственный технический университет, 2020. № XI. С. 65–68.

22. Собакина И.Г. Зоопланктон бассейна нижнего течения р. Яна // Экология России: на пути к инновациям. Астрахань, 2013. Вып. 7. С. 103–106.

23. Однокурцев В.А. Паразитофауна рыб пресноводных водоёмов Якутии. Новосибирск: Наука, 2010. 151 с.

24. Однокурцев В.А., Губанов Д.Н. Паразитофауна рыб р. Яна (Якутия) // Сибирская зоологическая конференция. Новосибирск, 2004. С. 395.

## References

1. Resursy poverhnostnyh vod SSSR: Gidrologicheskaya izuchennost'. T. 17. Lensko-Indigirskij rajon. Вып. 7. Яна, Indigirka / pod red. I.V. Osipovoj. L.: Gidrometeoizdat, 1966.

2. Kirillov A.F., SHahtarin D.V., Ivanov E.V. i dr. Presnovodnye ryby reki Яна. ЯАкутск: ЯАНА СО РАН, 2010. 112 с.

3. Kirillov F.N. Sostav, raspredelenie i sostoyanie zapasov ryb reki ЯАны // Problemy zoologicheskikh issledovanij v Sibiri. Gorno-Altajsk: Gorno-Altajsk. kn. izd-vo, 1962. S. 113–115.

4. Lucik A.I. O vliyanii gidrologicheskikh faktorov na chislennost' nerestovogo stada ryapushki reki ЯАны // Zakonomernosti kolebanij chislennosti ryb i promyslovye prognozy. M., 1972. S. 307–313.

5. Lucik A.I. Harakteristika nerestilishch yanskoj ryapushki i ih svyaz' s chislennost'yu potomstva. Materialy Soveshch. mlad. Uchen. po ekologii i morfologii zhivotnyh. VINITI. 1973.

6. Lucik A.I. Puti uvelicheniya zapasov ryapushki v reke ЯАне // Ohrana prirody ЯАкутии: materialy V Respublikanskogo soveshchaniya po ohrane prirody ЯАкутии. Irkutsk: Vost.-Sib. kn. izd-vo, 1971. S. 161–166.

7. Lucik A.I. K voprosu o vosproizvodstve sigovyh ryb na reke ЯАне // Ohrana okruzhayushchej sredy i zabota o zdorov'e cheloveka v usloviyah Krajnego Severa: tez. dokl. ЯАкутск, 1978. S. 29–32.

8. Lucik N.K., Lucik A.I. Ob effektivnosti vosproizvodstva nalima v reke ЯАне // Issledovanie biologicheskikh resursov v ЯАкутии. ЯАкутск, 1978. S. 94–96.

9. Kirillov A.F. Prohodnye lososevye ryby ЯАкутии // Pervyj kongress ihtiologov Rossii: tez. dokladov. Moskva: Izd-vo VNIRO, 1997. S. 114.

10. Kirillov A.F. Promyslovye ryby ЯАкутии. M.: Nauch. mir, 2002. 194 с.

11. Kirillov A.F., Gorohova E.S. Ispol'zovanie biopotenciala promyslovyh ryb presnovodnyh vodoemov ЯАкутии // Nauchnye trudy Dal'rybvтуza. 2021. T. 58, № 4. S. 41–48.

12. Kirillov A.F., Burmistrov E.V., Argunov P.V., ZHirkov F.N., Petrov I.A. Promysel sibirskoj ryapushki *Coregonus sardinella* (Coregonidae, Salmoniformes) v rekah ЯАкутии // Nauchnye trudy Dal'rybvтуza. 2023. T. 63, № 1. S. 44–54.

13. CHugunova N.I. Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb. M.: Izd-vo AN SSSR, 1959. 164 с.

14. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb. M.: Pishchepromizdat, 1966. 376 с.

15. Metodicheskie rekomendacii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyah na presnovodnyh vodoemah. Zooplankton i ego produkcija. L.: GosNIORH, 1982. 35 с.

16. Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnyh vod Evropejskoj Rossii. T. 1. Zooplankton / pod red. V.R. Alekseeva, S.YA. Calolihina. M.: Tovarishchestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2010. 495 с.

17. Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnyh vod Evropejskoj Rossii. T. 2. Zoobentos / pod red. V.R. Alekseeva, S.YA. Calolihina. M.: Tovarishchestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2016. 457 с.

18. Opredelitel' parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR. L., 1984. T. 1. Paraziticheskie prostejshie. 432 s.

19. Opredelitel' parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR. L., 1985. T. 2, ch. 1. Paraziticheskie mnogokletochnye. 428 s.

20. Opredelitel' parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR. L., 1987. T. 3, ch. 2. Paraziticheskie mnogokletochnye. 584 s.

21. Sidorova, L.I., Gorohova E.S. Sovremennye dannye po gidrobiologii nizhnego techeniya reki Yana // Prirodnye resursy, ih sovremennoe sostoyanie, ohrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie: Nacional'naya (vserossijskaya) nauchno-prakticheskaya konferenciya. Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Kamchatskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet», 2020. No. XI. S. 65–68.

22. Sobakina I.G. Zooplankton bassejna nizhnego techeniya r. YAna // Ekologiya Rossii: na puti k innovaciyam. Astrahan', 2013. Vyp. 7. S. 103–106.

23. Odnokurcev V.A. Parazitofauna ryb presnovodnyh vodoyomov YAkutii. Novosibirsk: Nauka, 2010. 151 s.

24. Odnokurcev V.A., Gubanov D.N. Parazitofauna ryb r. YAna (YAkutiya) // Sibirskaya zoologicheskaya konferenciya. Novosibirsk, 2004. S. 395.

#### **Информация об авторах**

А.Ф. Кириллов – кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, SPIN-код: 3948-6848, AuthorID: 856924;

Л.И. Сидорова – заведующая лабораторией, SPIN-код: 5096-7558, AuthorID: 856888;

О.Д. Апсолихова – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник.

#### **Information about the authors**

A.F. Kirillov – PhD in Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, SPIN-code: 3948-6848, AuthorID: 856924;

L.I. Sidorova – Head of the laboratory, SPIN-code: 5096-7558, AuthorID: 856888;

O.D. Apsolikhova – PhD in Biological Sciences, Leading Researcher.

Статья поступила в редакцию 04.05.2023; одобрена после рецензирования 07.06.2023; принята к публикации 26.09.2023.

The article was submitted 04.05.2023; approved after reviewing 07.06.2023; accepted for publication 26.09.2023.

Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 71–81.  
Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2023. Vol. 65, no 3. P. 71–81.

## РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 639.2

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-09>

### **Минтай Японского моря: динамика распределения объемов квот добычи (вылова) для промышленного и прибрежного рыболовства в 2015–2022 гг.**

**Светлана Владимировна Лисиенко**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия, [lisienkosv@mail.ru](mailto:lisienkosv@mail.ru)

**Аннотация.** Представлены результаты анализа распределения объемов (квот) добычи (вылова) минтая между рыбодобывающими предприятиями-пользователями для осуществления промышленного и прибрежного рыболовства в промысловой зоне «Японское море» Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в 2015–2022 гг.

**Ключевые слова:** квоты добычи (вылова), промышленное и прибрежное рыболовство, промысловая зона «Японское море», общедопустимый улов, инвестиционные квоты, пользователи водных биоресурсов

**Для цитирования:** Лисиенко С.В. Минтай Японского моря: динамика распределения объемов квот добычи (вылова) для промышленного и прибрежного рыболовства в 2015–2022 гг. // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 71–81.

## FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-09>

### **Pollock of the Sea of Japan: dynamics of distribution of production (catch) quotas for industrial and coastal fishing in 2015–2022**

**Svetlana V. Lisienko**

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia, [lisienkosv@mail.ru](mailto:lisienkosv@mail.ru)

**Abstract.** The article presents the results of the analysis of the distribution of volumes (quotas) of pollock production (catch) between fishing enterprises – users for industrial and coastal fishing in the fishing zone «Sea of Japan» of the Far Eastern Fisheries Basin from 2015 to 2022.

**Keywords:** quotas of production (catch), industrial and coastal fishing, fishing zone «Sea of Japan», total allowable catch, investment quotas, users of aquatic biological resources

**For citation:** Lisienko S.V. Pollock of the Sea of Japan: dynamics of distribution of production (catch) quotas for industrial and coastal fishing in 2015–2022. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):71–81. (in Russ.).



## **Введение**

Рациональное использование ресурсного потенциала отечественных промысловых зон является основным принципом существования и неуклонного развития промышленного рыболовства на современном этапе [1]. Государственные организационно-управленческие механизмы должны быть направлены, в первую очередь, на совершенствование организации рыбодобывающей деятельности потенциальными пользователями водных биологических ресурсов, заключающейся в наиболее полном их освоении. Промысловые зоны рыбохозяйственных бассейнов как многовидовые системы естественного обитания водных объектов разных видов являются объектами стратегического планирования природных ресурсов на уровне государственного регулирования и управления отечественными ресурсами водного происхождения [1, 2]. Учитывая, что сегодня ведение рыбодобывающей деятельности осуществляется промысловым флотом предприятий разных форм частной собственности, являющихся пользователями водных биоресурсов, важным для государства является наличие гибкой системы оптимального использования сырьевого потенциала отечественных промысловых зон. Существующая система распределения объемов добычи объектов, имеющих промысловую значимость и обладающих промысловой доступностью, между пользователями предусматривает долгосрочное установление долей между пользователями, которое, по мнению автора, не в полной мере учитывает динамику изменения как «пользовательского» состава, так и ресурсной базы.

В этой связи оптимизация системы эффективного освоения водных биоресурсов их пользователями требует проведения поэтапных аналитических исследований.

## **Объекты и методы исследований**

Первым этапом системных аналитических исследований является анализ существующей системы распределения водных биологических ресурсов между пользователями, основанной на заявительном характере. В качестве первого объекта исследований целостной системы промысловых объектов промысловых зон Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна выбран основной его объект – минтай. Данный промысловый объект является объектом, на который устанавливается общедопустимый улов (далее – ОДУ), он обладает наибольшим промысловым объемом среди всех объектов бассейна, естественно обитает и имеет промысловую доступность во всех промысловых зонах. Однако объемы ОДУ по промысловым зонам отличаются и имеют большой разброс значений. Кроме того, составы пользователей этого ресурса и их количество в каждой промысловой зоне могут кардинально отличаться друг от друга. Распределение его объемов по промысловым зонам по видам рыболовства и видам квот также имеет свои различия. В настоящее время имеются аналитические результаты распределения минтая в трех промысловых зонах: в Западно-Беринговоморской, в Южно-Курильской, в промысловой зоне «Охотское море» [3–5].

В данной статье представлены результаты системного анализа распределения промыслового объекта – минтай промысловой зоны «Японское море» между рыбодобывающими организациями для целей ведения ими промышленного и прибрежного рыболовства. Его сырьевой потенциал формируется в промысловой зоне суммарно двумя подзонами: Западно-Сахалинской подзоной и подзоной Приморье. Период исследования – 8 лет (2015–2022 гг.). При проведении поэтапного исследования использовались научные методы: на первом этапе – системный анализ и метод декомпозиции, предусматривающие «объектное расчленение» каждой промысловой подзоны и «пользовательское расчленение» субъектов закрепления долей в каждой промысловой подзоне; на втором этапе – системный подход, предусматривающий композиционное соединение «расчлененных» компонентов в единую систему – промысловая зона.

Для проведения системного анализа, имеющегося распределения квот добычи (вылова) минтая между пользователями в зоне «Японское море» в период 2015–2022 гг., автором ис-

пользованы нормативно-распорядительные документы, являющиеся открытыми данными банка правовых актов Федерального агентства по рыболовству [6–13].

### Результаты и их обсуждение

В 2015–2022 гг. значения установленных объемов общедопустимого улова на вылов (добычу) минтая в целом по промысловой зоне имели стабильную динамику увеличения с 7 780 т в 2015 г. до 32 500 т – в 2022 г. Причем в 2015–2017 гг. среднее значение составляло порядка 7 000 т, в 2018–2019 гг. – 14 000 т, в 2020–2022 гг. – 27 100 т. В 2022 г. объем ОДУ увеличился в 4 раза по сравнению с 2015 г. Резкий скачок увеличения объемов ОДУ произошел в 2018 г., когда значение ОДУ с 7 780 т в 2015 г. выросло до 12 100 т в 2018 г. Далее объемы ежегодно увеличивались в среднем на 25–27 %, достигнув в 2022 г. своей максимальной отметки. Анализ изменения значений ОДУ в исследовательском интервале по подзонам показал следующее:

- в Западно-Сахалинской подзоне динамика изменения объемов ОДУ в 2015–2021 гг. в целом имела волнообразный характер. Минимальное значение ОДУ зафиксировано в 2017 г. Оно составило 1 153 т. С 2018 г. имелась ежегодная динамика увеличения объемов с достижением максимального значения этого периода в 2021 г. – 4 000 т. В 2022 г. произошел резкий скачок в сторону увеличения до отметки в 11 800 т;

- в подзоне Приморье в 2015–2018 гг. объемы ОДУ находились на уровне 4 500–5 500 т. В 2018 г. объем ОДУ был увеличен в 2 раза, достигнув отметки в 10 500 т. Увеличение продолжилось до конца периода до отметки 20 700 т в 2022 г. Причем своего максимума объемы ОДУ достигли в 2021 г., составив 23 200 т. Прирост объемов составлял порядка 28–33 %.

Представленная динамика изменения значений объемов ОДУ показывает, что общая тенденция изменения объемов ОДУ в целом по промысловой зоне «Японское море» в 2015–2021 гг. была сформирована за счет подзоны Приморье. В 2022 г. общее максимальное значение ОДУ по зоне было получено тройным увеличением объемов в Западно-Сахалинской подзоне.

Распределение ОДУ минтая применительно к видам квот его добычи (вылова) производилось в соответствии с нормативно-правовыми документами Росрыболовства на соответствующие годы [6, 7]. На зону «Японское море» приходилось порядка 1 % распределенных объемов квот на добычу минтая от всего объема соответствующих квот в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. Распределение ОДУ между подзонами зоны «Японское море» на всем периоде имело перевес в сторону подзоны Приморье с ежегодным увеличением его удельного веса до 2020 г. включительно. В 2015 г. соотношение между подзонами (Западно-Сахалинская подзона/подзона Приморье, %) составляло 41,1/58,9, в 2016 г. – 32,2/67,8, в 2017 г. – 17,2/82,8, в 2018 г. – 13,2/86,8, в 2019 г. – 12,5/87,5. В 2020 г. наблюдалось увеличение удельного веса Западно-Сахалинской подзоны 16,2 % к 83,8 %, в 2021 г. – некоторое снижение 14,7/85,3. В 2022 г. произошло резкое перераспределение объемов ОДУ в сторону Западно-Сахалинской подзоны, % – 36,3/63,7.

На рис. 1 представлены общие объемы распределенных в 2015–2022 гг. квот для промышленного рыболовства (с 2020 г. и (или) прибрежного рыболовства) по подзонам промысловой зоны «Японское море».

Из представленных на графике данных на всем исследовательском периоде отмечалась аналогичная распределению ОДУ динамика изменения объемов распределенных квот по годам и по подзонам и в целом по промысловой зоне. В 2015 г. в промысловой зоне было распределено между пользователями по подзонам 6 985,9 т, что составило 89,8 % от установленных объемов ОДУ, в 2016 г. – 5 840,1 т (89,6 %), в 2017 г. – 5 867,8 т (87,5 %), в 2018 г. – 11 318,2 т (93,5 %), в 2019 г. – 15 255,7 т (95,3 %), в 2020 г. – 20 647,2 т (95,6 %), в 2021 г. – 25 947,3 т (95,4 %), в 2022 г. – 31 862,3 т (98,0 %). Анализ процентного соотношения распре-

деленных квот к объемам ОДУ по зонам показал следующую динамику: 2015 г.: в Западно-Сахалинской подзоне – 86,2 %, в подзоне Приморье – 92,3 %; 2016 г. – 81,6 и 93,4 соответственно по подзонам; в 2017 г. – 62,3 и 92,7; в 2018 г. – 69,5 и 97,2; в 2019 г. – 98,5 и 94,9; в 2020 г. – 98,3 и 95,1; в 2021 г. – 98,9 и 94,8; в 2022 г. – 99,2 % и 97,4 %. Динамика роста процента распределения квот по отношению к установленным объемам ОДУ свидетельствует о повышении, начиная с 2018 г., качества использования промышленного ресурса по подзонам и в целом по промышленной зоне.



Рис. 1. Общие объемы распределенных в 2015–2022 гг. квот для целей промышленного и (или) прибрежного рыболовства по подзонам промышленной зоны «Японское море», т  
 Fig. 1. Total volumes of quotas allocated in 2015–2022 for the purposes of industrial and (or) coastal fishing by subzones of the fishing zone "Sea of Japan", t

В период 2015–2022 гг. распределение объемов квот осуществлялось по двум видам: для целей промышленного и (или) прибрежного рыболовства. Распределения квот на инвестиционные цели в промышленной зоне «Японское море» в период 2020–2022 гг. не производилось. На рис. 2 представлены данные распределения объемов квот названных видов по подзонам.

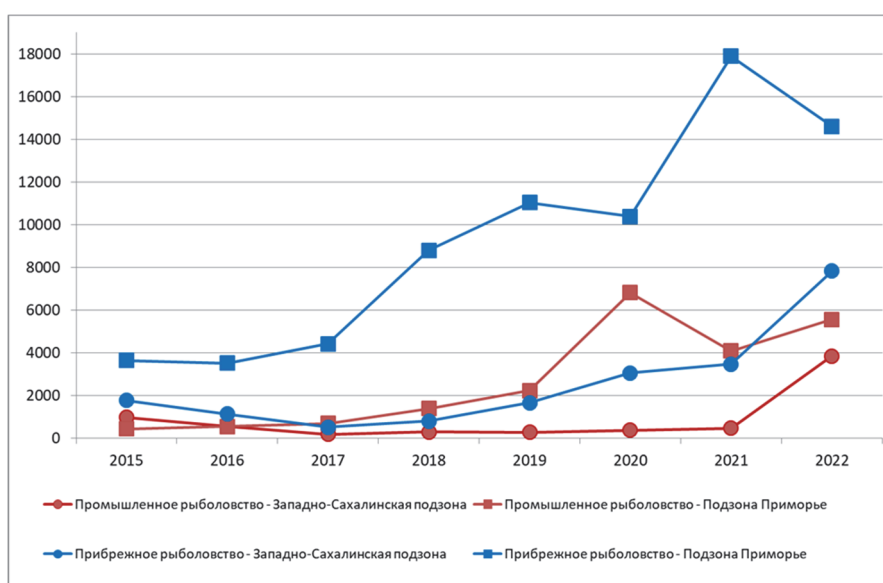


Рис. 2. Объемы распределенных в 2015–2022 гг. квот по видам рыболовства по подзонам, т  
 Fig. 2. Volumes of quotas distributed in 2015–2022 by types of fishing by subzones, t

Так, в 2015 г. для целей промышленного рыболовства в целом по промысловой зоне было распределено 1 440,2 т, для прибрежного рыболовства – 5 432,0 т, в 2016 г. – 1 133,6 и 4 671,9 т соответственно, в 2017 г. – 906,0 и 4 961,8 т, в 2018 г. – 1 701,7 и 9 616,5 т, в 2019 г. – 2 540,4 и 12 715,3 т, в 2020 г. – 7 205,5 и 13 441,7 т, в 2021 г. – 4 570,3 и 21 377,0 т, в 2022 г. – 9 418,3 и 22 445,0 т. Данные показывают о преобладании в промысловой зоне «Японское море» квот, распределенных для целей прибрежного рыболовства. Удельный вес этих квот в общих объемах квот составил в 2015 г. – 77,8 %, в 2016 г. – 80,0 %, в 2017 г. – 84,6 %, в 2018 г. – 85,0 %, в 2019 г. – 83,3 %, в 2020 г. – 65,1 %, в 2021 г. – 82,4 %, в 2022 г. – 70,4 %. Анализ структуры квот по видам рыболовства по подзонам показал аналогичную тенденцию. Так, в 2015 г. в Западно-Сахалинской подзоне удельный вес квот для прибрежного рыболовства составил 64,4 %, в подзоне Приморье – 86,5 %; в 2016 г. – 66,5 и 85,5 % соответственно; в 2017 г. – 72,9 и 86,3 %; в 2018 г. – 72,8 и 86,3 %, в 2019 г. – 85,1 и 83,1 %, в 2020 г. – 88,9 и 60,3 %; в 2021 г. – 87,9 и 81,4 %; в 2022 г. – 67,0 и 72,4 %. Из приведенных данных можно сделать вывод, что в Западно-Сахалинской подзоне, начиная с 2015 г. до 2021 г. имелась устойчивая тенденция повышения удельного веса квот, распределенных для целей прибрежного рыболовства. В 2022 г. данный вид квот фактически вернулся к значениям 2015–2016 гг. В подзоне Приморье в период 2015–2019 гг. среднее значение удельного веса квот для целей промышленного рыболовства составляло 85,5 %. В 2020 г. произошло резкое перераспределение удельного веса квот по видам рыболовства в сторону промышленного рыболовства, удельный вес квот для прибрежного рыболовства составил 60,3 %. В 2021 г. ситуация вернулась к периоду 2015–2019 гг., в 2022 г. – снижение квот для прибрежного рыболовства на 11,1 %.

Анализ выделяемых объемов квот в соответствии с закрепленными за пользователями долями в Западно-Сахалинской подзоне [8–13] показал, что они находились в пределах от десятка-сотни тонн до пяти тысяч тонн, в подзоне Приморье – десятка-сотни тонн до десяти тысяч тонн. Автором проведено ранжирование объемов по четырем интервальным группам. В Западно-Сахалинской подзоне выделены три группы: до 1 000 т (первая интервальная группа), от 1 000 до 3 000 т (вторая интервальная группа), от 3 000 до 5 000 т (третья интервальная группа). В подзоне Приморье: до 1 000 т, от 1 000 до 3 000 т, свыше 5 000 т (четвертая интегральная группа). По всем выделенным группам произведено соотнесение соответствующих пользователей.

В первой интервальной группе за весь период 2015–2022 гг. зафиксировано по подзонам следующее количество пользователей: Западно-Сахалинская – 20 ед., подзона Приморье – 25 ед.; во второй: Западно-Сахалинская – 3 ед., подзона Приморье – 6 ед. Пользователи с объемами квот третьей интервальной группы присутствовали только в Западно-Сахалинской подзоне в количестве 2 ед. Один пользователь с объемом квот четвертой группы присутствовал только в подзоне Приморье.

Распределение количественного состава пользователей суммарно по всем обозначенным группам с учетом наличия квот в подзонах, в том числе совместное наличие квот в нескольких подзонах промысловой зоны по годам исследуемого периода, представлено на рис. 3.

Из данных, представленных на графике, видно, что одновременное ежегодное количество пользователей, имеющих объемы добычи (вылова) минтая в конкретном году в промысловой зоне с учетом наличия у них квот по двум подзонам, составило: в 2015 г. – 26 ед., в 2016 г. – 26 ед., в 2017 г. – 21 ед., в 2018 г. – 25 ед., в 2019 г. – 24 ед., в 2020 г. – 23 ед., в 2021 г. – 24 ед., в 2022 г. – 23 ед.

Состав пользователей в целом определяли 45 пользователей первой группы: 20 пользователей в Западно-Сахалинской подзоне и 25 – в подзоне Приморье; 8 пользователей второй группы: 3 пользователей в Западно-Сахалинской подзоне и 5 – в подзоне Приморье; 2 пользователя третьей группы в Западно-Сахалинской подзоне и 1 пользователь четвертой группы –

в подзоне Приморья. Особо отмечено, что несколько пользователей в период 2015–2022 гг. «переходили» из одной группы в другие с повышением объемов квот. Таких пользователей в Западно-Сахалинской подзоне было 2 ед., в подзоне Приморье – 3 ед. При определении количества физических единиц все они были учтены в соответствующих группах по соответствующим годам. Таким образом, общее количество «физических единиц» – пользователей, имеющих квоты на вылов минтая в промысловой зоне, составило 48 ед. Представленные данные позволили сделать вывод в целом о стабильном количественном составе пользователей в промысловой зоне, сформированном количественными составами двух подзон. Структура пользователей имела «однородный» характер, т.е. у всех пользователей распределение долей и объемов вылова осуществлялось только по одной подзоне.



Рис. 3. График распределения квот добычи минтая по подзонам промысловой зоны «Японское море» между пользователями по годам периода 2015–2022 гг., ед.  
 Fig. 3. Schedule of distribution of pollock production quotas by subzones of the fishing zone «Sea of Japan» between users by years of the period 2015–2022, units

На рис. 4 представлена структура пользователей по выделенным группам объемов квот по промысловой зоне.

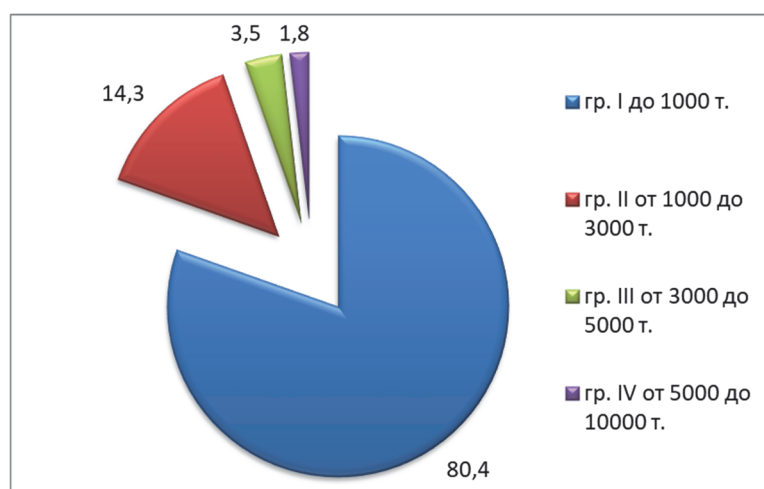


Рис. 4. Структура пользователей каждой группы в 2015–2022 гг., %  
 Fig. 4. Structure of users of each group in 2015–2022, %

Из диаграммы определяется общая структура пользователей, представленная их соответствующими удельными весами, соотнесенными с объемами интервальных групп. Так, удельный вес пользователей первой группы в общем количестве пользователей данного периода составлял 80,4 %, пользователей второй группы – 14,3 %, пользователей третьей группы – 3,5 %, пользователей четвертой группы – 1,8 %.

На рис. 5 представлены диаграммы среднегодовых структур пользователей каждой группы в промысловой зоне по периодам: в 2015–2021 гг. (А) и в 2022 г. (Б).

На рис. 6 представлены диаграммы среднегодовых объемов квот по интервальным группам в промысловой зоне по периодам: в 2015–2021 гг. (А) и в 2022 г. (Б).

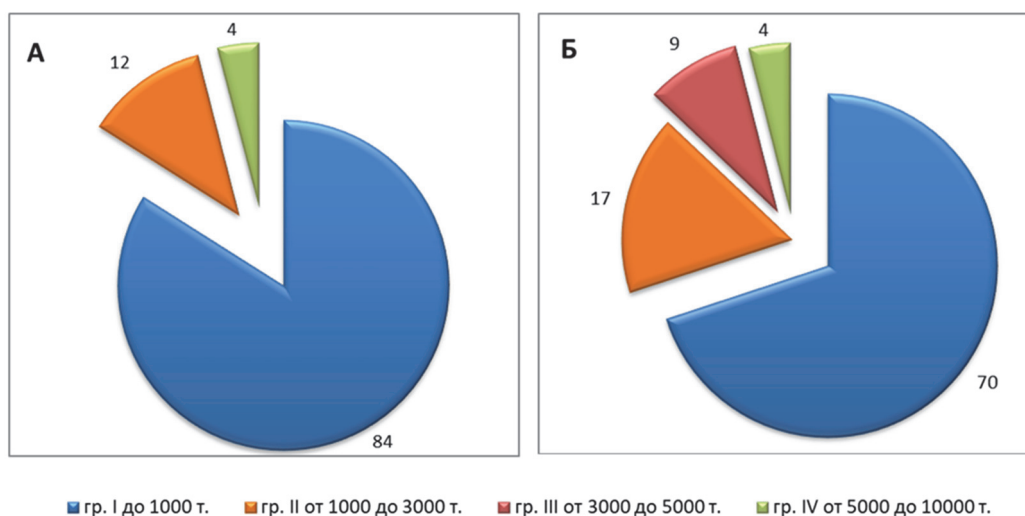


Рис. 5. Среднегодовые структуры по количеству пользователей каждой группы в промысловой зоне: А – в 2015–2021 гг.; Б – 2022 г., %

Fig. 5. Average annual structures by the number of users of each group in the fishing zone: А – in 2015–2021; Б – 2022, %

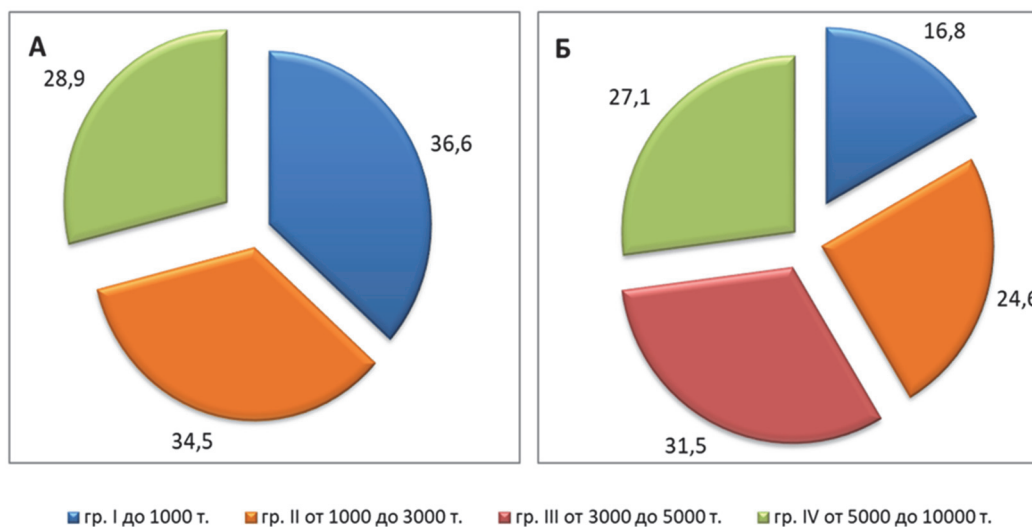


Рис. 6. Среднегодовые объемы квот по пользователям каждой группы в промысловой зоне: А – в 2015–2021 гг.; Б – 2022 г., %

Fig. 6. Average annual quota volumes for users of each group in the fishing zone: А – in 2015–2021; Б – 2022, %

Анализ представленных в диаграммах данных позволил сформулировать следующие основные выводы:

- в период 2015–2021 гг. среднегодовая структура пользователей промыслового объекта «минтай» в промысловой зоне «Японское море» формировалась пользователями их трех интервальных групп. Удельный вес количества пользователей первой группы составлял 84 % в общем количестве пользователей, второй группы – 12 %, четвертой группы – 4 %. Причем удельный вес объемов выделенных квот по соответствующим пользователям составил: у пользователей первой группы – 36,6 % от общего среднегодового объема квот по промысловой зоне, у пользователей второй группы – 34,5 %, у пользователей четвертой группы – 28,9 %;

- в 2022 г. произошло изменение структуры пользователей в связи с перераспределением (увеличением) объемов квот у 4 пользователей с выделением третьей группы и «переходом» их в названную группу. Удельный вес количества пользователей первой группы уменьшился и составил 70 % от общего количества пользователей, пользователей второй группы увеличился и составил 17 %, пользователей четвертой группы остался на прежнем уровне – 4 %. Удельный вес количества пользователей вновь выделенной группы составил 9 %. Соответственно, изменились и удельные веса объемов выделенных квот по пользователям. Так, у пользователей первой группы удельный вес объемов квот уменьшился и составил 16,8 % от общего среднегодового объема квот по промысловой зоне, у пользователей второй группы – 24,6 %, у пользователей четвертой группы – 16,8 %. Удельный объем квот, распределенных между пользователями третьей группы, составил 31,5 % в общем объеме квот 2022 г.

### **Заключение**

Результаты проведенного анализа позволили исследовать динамику распределения объемов квот (вылова) для целей промышленного и прибрежного рыболовства в период 2015–2022 гг., выявить особенности формирования структуры пользователей в промысловой зоне «Японское море» с учетом соответствующих структур по Западно-Сахалинской подзоны и подзоны Приморье, заключающиеся, прежде всего, в преобладании распределенных квот для целей прибрежного рыболовства. Средний удельный вес объемов таких квот в общем объеме распределенных в данном периоде квот по видам рыболовства составил 78,6 %. Количество пользователей, имеющих закрепленные доли и объемы на всем периоде в целом оставалось стабильным. «Стабильность» достигалась за счет увеличения, начиная с 2019 г., ОДУ, общих объемов распределяемых квот в обеих подзонах по пользователям с соответствующим увеличением объемов по отдельным пользователям. Для определения рациональности или нерациональности таких изменений является необходимым дальнейшее исследование, включающее на втором этапе проведение сопоставимого анализа «распределение квот – их освоение».

### **Список источников**

1. Лисиенко С.В. Совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов с целью успешной реализации стратегического развития отечественного рыболовства // Рыбное хозяйство. 2013. № 3. С. 17–21.
2. Лисиенко С.В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР // Рыбное хозяйство. 2013. № 4. С. 34–41.
3. Лисиенко С.В., Хмелева О.В. Анализ распределения объемов добычи (вылова) минтая между пользователями в Западно-Беринговоморской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2015–2021 годов // Рыбное хозяйство. 2022. № 6. С. 32–35.
4. Лисиенко С. В., Хмелева О.В. Анализ распределения объемов добычи (вылова) минтая между пользователями в Южно-Курильской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2015–2021 гг. // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 85–93.

5. Лисиенко С.В., Буторина Е.К., Ващенко М.С., Ковалева Р.А. Исследование структуры пользователей промыслового ресурса «минтай» с 2015 г. по 2022 г. в двух промысловых подзонах Охотского моря // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы Нац. науч.-техн. конф. Владивосток, 2023. С. 19–26.

6. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях на 2015, 2016, 2017, 2018 гг.». Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023).

7. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации и Каспийском море на 2019, 2020, 2021, 2022 гг.» с изменениями. Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023).

8. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов для осуществления промышленного рыболовства на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации по пользователям в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на 2015, 2016, 2017, 2018 гг.» с изменениями. Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023).

9. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна для осуществления прибрежного рыболовства по пользователям Российской Федерации на 2015, 2016, 2017, 2018 гг.». Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023).

10. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «О распределении объема части общего допустимого улова водных биологических ресурсов, утвержденного применительно к квоте добычи (вылова) водных биологических ресурсов для осуществления промышленного рыболовства во внутренних морских водах Российской Федерации, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации, для осуществления промышленного и (или) прибрежного рыболовства по пользователям в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на 2019, 2020, 2021, 2018 гг.» с изменениями. Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023).

11. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «О распределении общих допустимых уловов водных биологических ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна применительно к видам квот их добычи (вылова) на 2020, 2021, 2022 гг.». Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023).

12. Приказы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Федеральное агентство по рыболовству) «О распределении объема части общего допустимого улова водных биологических ресурсов, утвержденного применительно к квоте добычи (вылова) вод-



ных биологических ресурсов, предоставленной на инвестиционные цели в области рыболовства для осуществления промышленного и (или) прибрежного рыболовства по пользователям в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на 2020, 2021, 2022 гг.» с изменениями. Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.05.2023).

13. Постановление Правительства РФ от 23.08.2018 N 987 (ред. от 25.01.2022) «О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов в соответствии с частью 12 статьи 31 Федерального закона «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_305899/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305899/) (дата обращения: 20.05.2023).

### References

1. Lisienko S.V. Improving the organization of the extraction of aquatic biological resources in order to successfully implement the strategic development of the domestic fishery // Fisheries. 2013. No. 3. P. 17–21.

2. Lisienko S.V. On multi-species fishing in the context of improving the system organization of fishing in the VBR // Fisheries. 2013. No. 4. P. 34–41.

3. Lisienko S.V., Khmeleva O.V. Analysis of the distribution of pollock production (catch) between users in the West Bering Sea zone of the Far Eastern fishing basin in the period 2015–2021 // Fisheries. 2022. No. 6. P. 32–35.

4. Lisienko S.V., Khmeleva O.V. Analysis of the distribution of pollock production (catch) between users in the South Kuril zone of the Far Eastern fish farming basin in the period 2015–2021 // Scientific works of Dalrybvtuz. 2022. Vol. 62, No. 4. P. 85–93.

5. Lisienko S.V., Butorina E.K., Vashchenko M.S., Kovaleva R.A. A study of the structure of users of the pollock fishing resource from 2015 to 2022 in two fishing subzones of the Sea of Okhotsk // Scientific and practical issues of fisheries regulation: materials of the National Scientific and Technical Conference. Vladivostok, 2023. P. 19–26.

6. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On Approval of the Total Allowable Catch of Aquatic Biological Resources in the Internal Sea Waters of the Russian Federation, in the Territorial Sea of the Russian Federation, on the Continental Shelf of the Russian Federation, in the Exclusive Economic Zone of the Russian Federation, in the Azov and Caspian Seas for 2015, 2016, 2017, 2018..". Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The prestupa mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05.20.2023).

7. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On Approval of the Total Allowable Catch of Aquatic Biological Resources in the Internal Sea Waters of the Russian Federation, in the Territorial Sea of the Russian Federation, on the Continental Shelf of the Russian Federation, in the Exclusive Economic Zone of the Russian Federation and the Caspian Sea for 2019, 2020, 2021, 2022.." with changes. Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05.20.2023).

8. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On the Distribution of Quotas for the Extraction (Catch) of Aquatic Biological Resources for Industrial Fishing on the Continental Shelf of the Russian Federation and in the Exclusive Economic Zone of the Russian Federation by Users in the Far Eastern Fisheries Basin for 2015, 2016, 2017, 2018" with changes. Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05.20.2023).

9. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On the distribution of quotas for the extraction (catch) of aquatic biological resources of the Far Eastern Fisheries Basin for coastal fishing by users of the Russian Federation for 2015, 2016, 2017, 2018." Applications of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05.20.2023).

10. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On the Distribution of the Volume of a Part of the Total Allowable Catch of Aquatic Biological Resources Approved in Relation to the Quota of Extraction (Catch) of Aquatic Biological Resources for Industrial Fishing in the Internal Sea Waters of the Russian Federation, in the Territorial Sea of the Russian Federation, on the continental shelf of the Russian Federation, in the exclusive economic zone of the Russian Federation, for the implementation of industrial and (or) coastal fishing by users in the Far Eastern Fisheries Basin for 2019, 2020, 2021, 2018." with changes. Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05.20.2023).

11. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On the distribution of total allowable catches of aquatic biological resources of the Far Eastern Fisheries basin in relation to the types of quotas for their extraction (catch) for 2020, 2021, 2022". Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 05.20.2023).

12. Orders of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (Federal Agency for Fisheries) "On the distribution of the Volume of Part of the Total Allowable Catch of Aquatic Biological Resources Approved in Relation to the Quota of Extraction (Catch) of Aquatic Biological Resources Provided for Investment Purposes in the Field of Fishing for Industrial and (or) Coastal Fishing according to the users in the Far Eastern Fisheries Basin for 2020, 2021, 2022." with changes. Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/> (accessed: 20.05.2023).

13. Decree of the Government of the Russian Federation of 23.08.2018 N 987 (ed. of 25.01.2022) "On the distribution of quotas for the extraction (catch) of aquatic biological resources in accordance with Part 12 of Article 31 of the Federal Law "On Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources" and recognition of some acts of the Government of the Russian Federation as invalid" [Electronic resource]. The access mode is free. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_305899/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305899/) (accessed: 05.20.2023).

### **Информация об авторе**

С.В. Лисиенко – доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой промышленного рыболовства, SPIN-код: 6437-6364, AuthorID: 371990.

### **Information about the author**

S.V. Lisienko – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Industrial Fisheries, SPIN-code: 6437-6364, AuthorID: 371990.

Статья поступила в редакцию 12.09.2023; одобрена после рецензирования 14.09.2023; принята к публикации 27.09.2023.

The article was submitted 12.09.2023; approved after reviewing 14.09.2023; accepted for publication 27.09.2023.

Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 82–90.  
Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2023. Vol. 65, no 3. P. 82–90.

## РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 528.88

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-10>

### Результаты спутникового радиолокационного мониторинга нефтяных разливов с судов в Татарском проливе Японского моря

**Маргарита Олеговна Марченко<sup>1</sup>, Роман Сергеевич Бессонов<sup>2</sup>, Вячеслав Анатольевич Дубина<sup>3</sup>, Ирина Алексеевна Круглик<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

<sup>2,3</sup> Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия

<sup>1</sup> [rita.marchenko.2001@mail.ru](mailto:rita.marchenko.2001@mail.ru)

<sup>2</sup> [roma25brs@mail.ru](mailto:roma25brs@mail.ru)

**Аннотация.** По результатам радиолокационной съёмки со спутников Sentinel-1 в 2021 г. выполнена оценка масштабов нефтяного загрязнения с судов в Татарском проливе Японского моря. Рассчитаны основные характеристики обнаруженных нефтяных пятен и представлена карта, демонстрирующая их расположение. Разливы наблюдались с марта по октябрь главным образом в прибрежной пятидесятимильной зоне. Общая площадь зарегистрированных сликов превысила 140 км<sup>2</sup>, максимального – 58 км<sup>2</sup>. Уровень загрязнения нефтью с судов в Татарском проливе оказался выше, чем в исключительной экономической зоне Японии и Корейском проливе.

**Ключевые слова:** Японское море, Татарский пролив, РСА, Sentinel-1, нефтяное загрязнение

**Для цитирования:** Марченко М.О., Бессонов Р.С., Дубина В.А., Круглик И.А. Результаты спутникового радиолокационного мониторинга нефтяных разливов с судов в Татарском проливе Японского моря // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023 Т. 65, № 3. С. 82–90.

## FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-10>

### Results of satellite monitoring of oil spills from ships of Tatar Strait of the Sea of Japan

**Margarita O. Marchenko<sup>1</sup>, Roman S. Bessonov<sup>2</sup>, Vyacheslav A. Dubina<sup>3</sup>, Irina A. Kruglik<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

<sup>2,3</sup> Pacific Oceanological Institute named after V.I. Il'ichev FEB RAS, Vladivostok, Russia

<sup>1</sup> [rita.marchenko.2001@mail.ru](mailto:rita.marchenko.2001@mail.ru)

<sup>2</sup> [roma25brs@mail.ru](mailto:roma25brs@mail.ru)

**Abstract.** Based on the results of radar imagery from Sentinel-1 satellites in 2021, an assessment was made of the extent of oil pollution from ships in the Tatar Strait of the Sea of Japan. The main characteristics of the discovered oil slicks are calculated and a map showing their location is presented. Spills were observed from March to October, mainly in the coastal fifty-mile zone. The total area of registered slicks exceeded 140 km<sup>2</sup>, the maximum area being 58 km<sup>2</sup>. The level of oil pollution from ships in the Tatar Strait was higher than in the exclusive economic zone of Japan and the Korea Strait.

**Keywords:** Sea of Japan, the Tatar Strait, satellite monitoring, SAR, Sentinel-1, oil pollution

**For citation:** Marchenko M.O., Bessonov R.S., Dubina V.A., Kruglik I.A. Results of satellite monitoring of oil spills from ships of Tatar Strait of the Sea of Japan. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):82–90. (in Russ.).

## Введение

Одним из основных источников поступления нефти в Мировой океан являются сбросы нефтесодержащих вод с судов. Количество регистрируемых разливов на основных транспортных путях в большинстве случаев пропорционально плотности судоходства [1]. В Японском море самый интенсивный трафик наблюдается в Корейском проливе и на трассе от него к Сангарскому проливу (рис. 1).

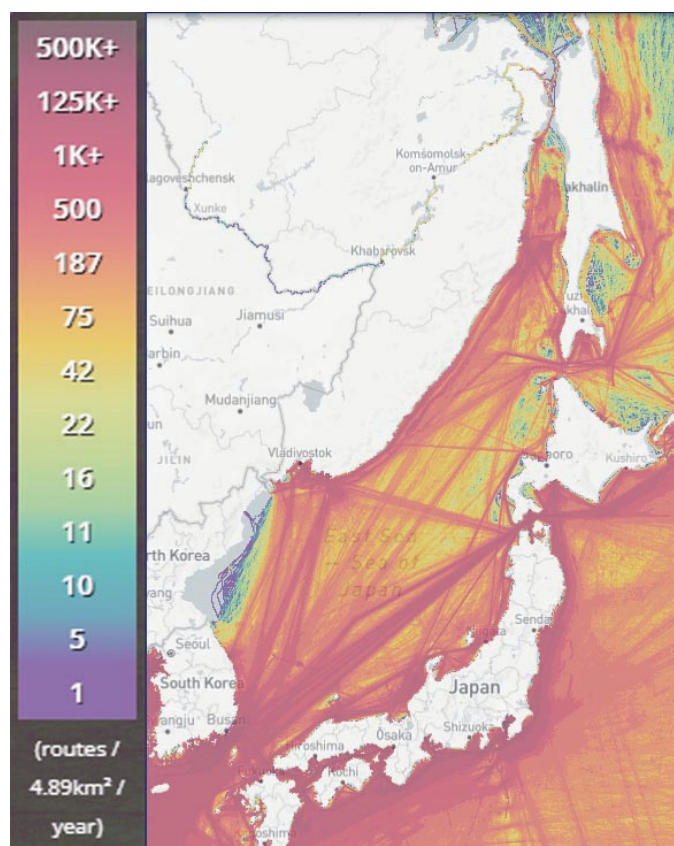


Рис. 1. Трафик судов в Японском море в 2021 г. Данные с сайта <https://www.marinetraffic.com>

Fig. 1. Ship traffic at the Sea of Japan. Source: <https://www.marinetraffic.com>

В восточной части Татарского пролива расположены три крупных порта – Де-Кастри, Ванино и Советская Гавань, а на западном побережье Сахалина находятся несколько менее крупных портов и терминалов (рис. 2).

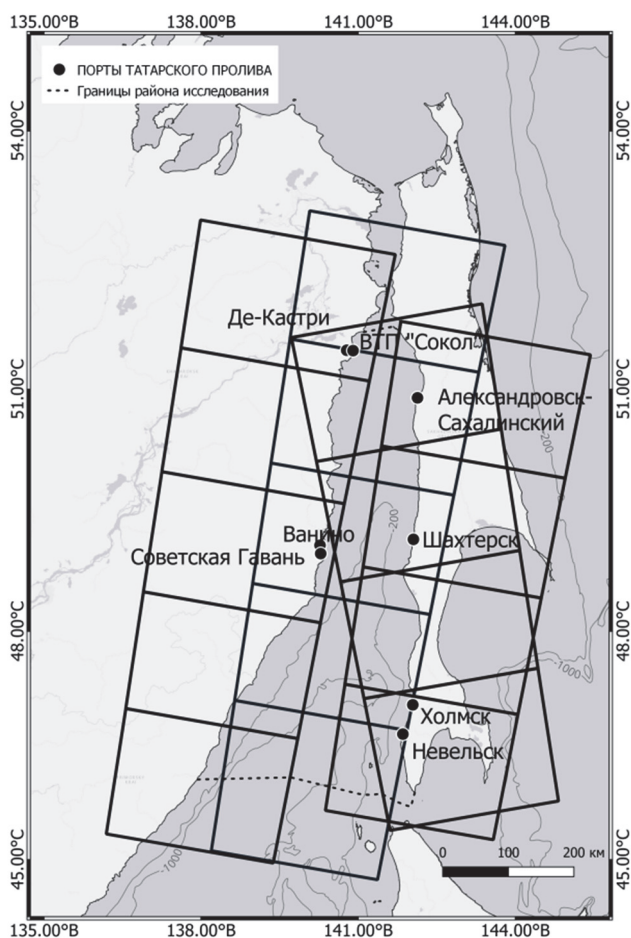


Рис. 2. Расположение портов Татарского пролива и границы стандартных фреймов спутников Sentinel-1, использованных при изучении района исследования  
 Fig. 2. Tatar Strait port location and boundaries of the standard frames of Sentinel-1, used during exploration

С 2006 г. в порту Де-Кастри осуществляется погрузка нефти проекта «Сахалин-1» в танкеры класса Large Range 2 наливным способом с использованием выносного точечного нефтеналивного причала «Сокол». Общая пропускная способность портов пролива составляет более 73 тыс. т в год, а их грузооборот растёт с каждым годом [2, 3]. Плотность судоходства в Татарском проливе по масштабу становится соизмерима с трафиком в Корейском проливе. В процессе эксплуатации на судне образуются и накапливаются нефтесодержащие отходы: льяльные воды, шлам (остатки сепарации топлива), грязный балласт и промывочные воды. Международная конвенция МАРПОЛ- 73/78 запрещает сброс этих отходов в особых районах и в прибрежной 50-мильной зоне, а также обязывает оборудовать машинные отделения специальными сепараторами для очистки, которые конструктивно не позволяют сбрасывать льяльные воды с концентрацией нефти более 15 мг/л. Однако опыт авиа- и спутникового мониторинга свидетельствует о систематическом нарушении этих правил. Например, на акватории Балтийского моря в 2021 г. вне пределов исключительной экономической зоны Российской Федерации (здесь мониторинг не ведётся) было зарегистрировано 52 нефтяных слика (<https://helcom.fi/>). Авиатрулирование исключительной экономической зоны Российской Федерации (ИЭЗ) в Японском море не проводится с 1991 г., а спутниковые данные используются не систематически и не в режиме оперативного мониторинга, а в научно-образовательных целях [4–7]. Например, на сайте, созданном под эгидой ООН «Oil spill

monitoring by remote sensing» (<http://cearac.poi.dvo.ru>), размещена пополняемая база изображений нефтяных разливов с судов в районе NOWRAP (большую его часть занимает Японское море), полученных с нескольких спутников. Съёмка поверхности Земли из космоса в видимом диапазоне возможна только днём и при отсутствии облаков, поэтому основу спутникового мониторинга нефтяных сбросов и разливов с судов составляют данные, принимаемые радиолокационными станциями с синтезированной апертурой (РСА). Раньше такие снимки были доступны только на платной основе или в рамках совместных научных проектов с операторами космических аппаратов. Но в 2014 и 2016 гг. были запущены, соответственно, спутники Sentinel-1A и Sentinel-1B, которые оборудованы РСА и находятся под управлением Европейского космического агентства. Изображения с этих аппаратов были доступны до 2022 г. зарегистрированным российским пользователям. Целью работы была оценка масштабов загрязнения с судов в Татарском проливе на основе радиолокационных изображений, полученных со спутников Sentinel-1.

### **Объекты и методы исследования**

В работе были использованы измерения на VV поляризации в режиме Interferometric Wide (IW) в границах 18 фреймов (сцен) на четырёх стандартных треках спутников Sentinel-1 (рис. 2). Ширина полосы съёмки в этом режиме составляет 250 км, а пространственное разрешение – 10 x 10 м. Период съёмки: 1 января – 31 декабря 2021 г. Всего было загружено, обработано и проанализировано 469 изображений.

Яркость радиолокационного изображения зависит от шероховатости морской поверхности, которая в первую очередь определяется скоростью и направлением приводного ветра. Нефтяные пленки гасят гравитационно-капиллярные волны, выглаживая морскую поверхность, что на РЛ-изображении визуализируется в виде темной структуры, которая контрастирует с окружающим фоном.

Идентификация нефтяных разливов затрудняется наличием явлений и процессов, которые имеют схожие радиолокационные сигнатуры. К ним в первую очередь относятся природные плёнки поверхностно-активных веществ (ПАВ) и начальные виды льда (сало). Природные плёнки представляют собой жирные кислоты, образовавшиеся в результате жизнедеятельности морских организмов. Они мономолекулярны и возникают, в основном, в областях конвергенции поверхностных течений. При скорости ветра  $\geq 5$  м/с плёнки ПАВ разрушаются в отличие от нефтяных, которые сохраняются в зависимости от толщины при скоростях 8–12 м/с.

Для повышения надёжности регистрации, чтобы избежать «ложной тревоги», за нефтяной разлив принимались [6]:

- слики, которые имели форму расширяющегося следа за судном;
- слики, имеющие признаки «старого» следа за судном;
- изолированные тёмные пятна в отсутствие природных плёнок при условии, что скорость приводного ветра в момент съёмки в этом месте превышала 5 м/с.

При таком подходе суммарная площадь загрязнения будет занижена, но никак не завышена.

### **Результаты и их обсуждение**

Использование радиолокационной съёмки для мониторинга нефтяных разливов является эффективным и доступным методом, позволяющим относительно оперативно получать данные о состоянии акватории независимо от времени суток или метеорологических условий. В результате экспертного анализа 469 изображений в Татарском проливе были обнаружены 19 нефтяных разливов (рис. 3), общая площадь которых превысила 140 км<sup>2</sup> [7].

Самое большое пятно площадью 58,6 км<sup>2</sup> было обнаружено на снимке от 26 июля 2021 г. к юго-западу от с. Ильинское в 21 миле от берега (рис. 4).



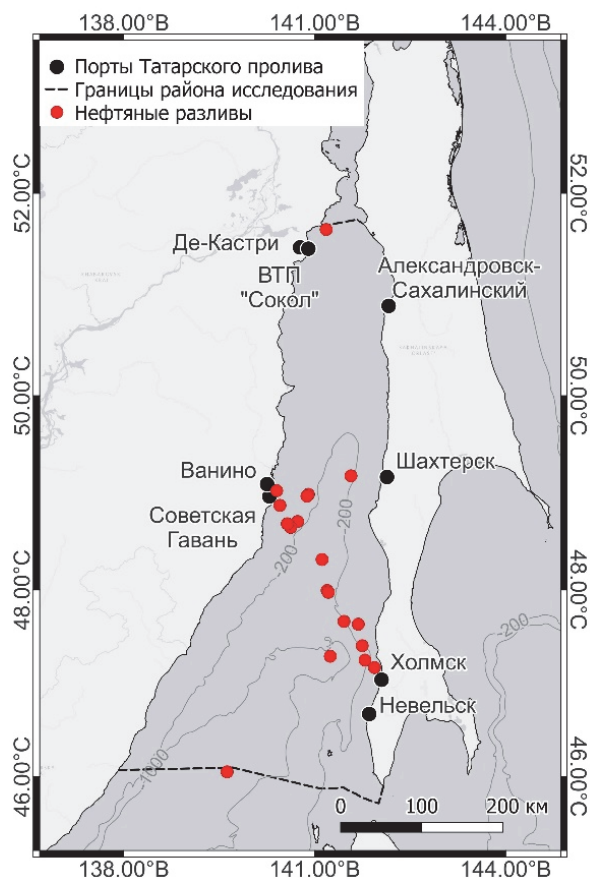


Рис. 3. Местоположение зарегистрированных нефтяных загрязнений (красные точки)  
Fig. 3. Map of registered oil spills (red dots)

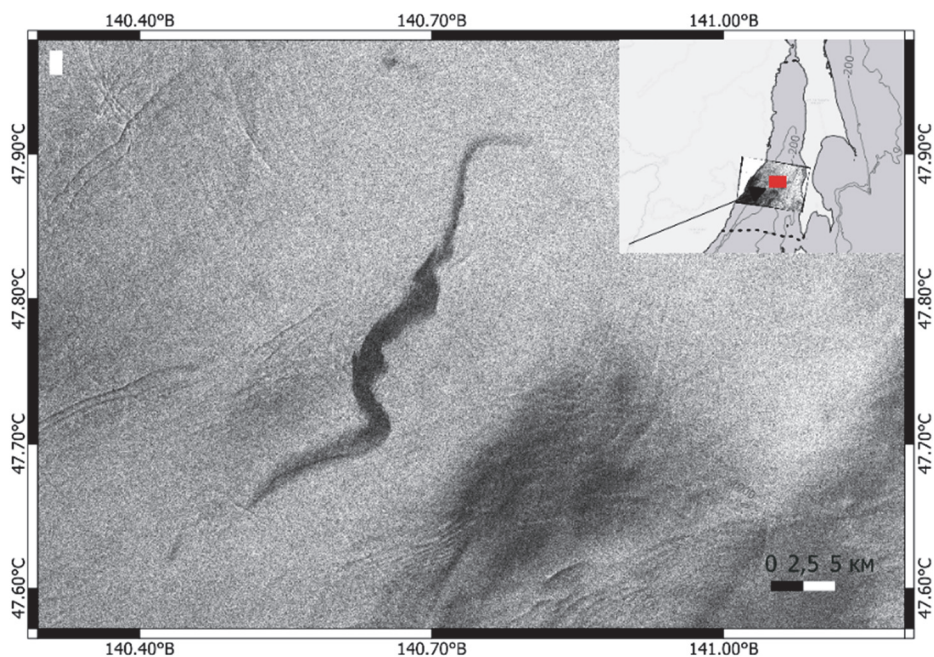


Рис. 4. Нефтяное загрязнение на фрагменте радиолокационного изображения, полученного со спутника Sentinel-1B 26 июля 2021 г. в 20:47 Гр.  
Fig. 4. Oil spill. Part of the radiolocation satellite image taken on the 26.07.2021 at 20:47 UTC

На рис. 5 приведён фрагмент РСА-изображения, полученного со спутника Sentinel-1A 26 июля 2021 г. Площадь загрязнения составила 24,77 км<sup>2</sup>, расстояние до ближайшего берега – 0,65 мили. Этот разлив является вторым по площади, но располагается на 10 миль южнее района исследования. Форма слика свидетельствует о том, что под действием ветра он смещается на северо-северо-восток в сторону Татарского пролива. Поэтому этот разлив был внесён в таблицу зарегистрированных пятен. Однако при дальнейшей количественной оценке масштаба нефтяного загрязнения этот слик не учитывался.

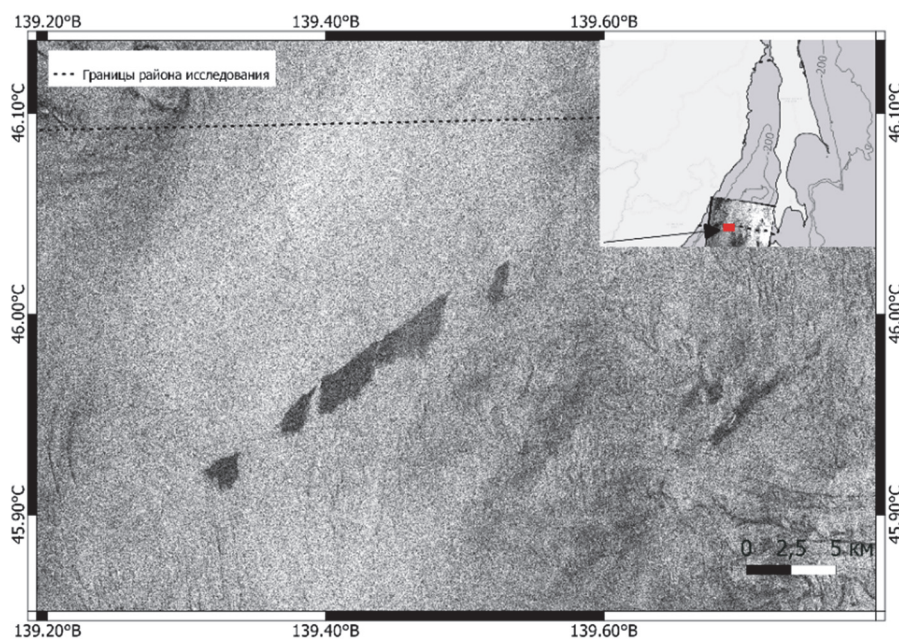


Рис. 5. Нефтяное загрязнение на фрагменте радиолокационного изображения, полученного со спутника Sentinel-1B Sentinel-1B 26 июля 2021 г. в 20:48 Гр.

Fig. 5. Oil spill. Part of the radiolocation satellite image taken on the 26.07.2021 at 20:48 UTC

Для сравнения уровня загрязнения акваторий с разной частотой авиа- или спутникового покрытия рассчитывают «нормализованный коэффициент». При авиапатрулировании общий объём обнаруженной нефти делят на количество полётных часов (<https://helcom.fi/>), а в случае использования спутниковых данных суммарную площадь зарегистрированных разливов делят на общую площадь водной поверхности на спутниковых снимках [8, 9]:

$$d = \frac{\sum_i (S_p)_i}{\sum_i (S_d)_i},$$

где  $d$  – доля наблюдаемой площади акватории участка, которая характеризуется плёночным загрязнением;  $S_p$  – площадь, отмеченная дешифровщиками как «плёночное загрязнение»;  $S_d$  – площадь водной поверхности, подвергшейся дешифрированию.

Суммарная площадь изображений, которые использовались для анализа загрязнения акватории Татарского пролива нефтяными углеводородами, составила 20,9 млн км<sup>2</sup>, общая площадь морской поверхности на этих снимках составила 6,3 млн км<sup>2</sup>. Доля наблюдаемой акватории участка, характеризующая нефтяные загрязнения, равна ~0,000022.

Суммарная площадь зарегистрированных на снимках за период мониторинга нефтяных пятен варьировала в пределах 0,4–58,6 км<sup>2</sup> (рис. 6). Все разливы были обнаружены на расстоянии в диапазоне 0,65–37,5 морских миль до ближайшего берега, что является нарушением конвенции МАРПОЛ 73/78, запрещающей сброс нефтесодержащих вод в 50-мильной зоне от берега (рис. 7) [10].





Рис. 6. Общая площадь нефтяного загрязнения на снимке  
 Fig. 6. Total area of oil spill on the image



Рис. 7. Расстояние от берега до ближайшего разлива нефти  
 Fig. 7. Distance between oil spills and the nearest shore

### Заключение

Нефтяные пятна были зарегистрированы с марта по октябрь в центральной и южной частях Татарского пролива. Большая их часть приурочена к судоходной трассе Ванино–Холмск, а в северной части пролива в районе акватории залива Чихачева, где располагается морской порт Де-Кастри и ВТП «Сокол», являющегося также самым безопасным укрытием для судов от шторма, был обнаружен только один нефтяной слик. Общая площадь загрязнения превысила 140 км<sup>2</sup>. Все разливы, кроме одного, находились в прибрежной 50-мильной зоне, что является нарушением конвенции МАРПОЛ 73/78 [10]. Несмотря на то, что количество обнаруженных нефтяных пятен невелико, доля водной поверхности исследуемого района, характеризующаяся нефтяным загрязнением, в Татарском проливе наибольшая (~0,000022) по сравнению с Корейским проливом (~0,000013) [9] и ИЭЗ Японии (~0,0000048) [5]. Связано это в первую очередь с тем, что в Татарском проливе было зарегистрировано несколько крупных нефтяных разливов, площадь наибольшего из которых превысила 58 км<sup>2</sup>. Полученные результаты представляют собой «опорные значения» для дальнейшего мониторинга района исследования и других мест активного судоходства и транспортировки нефти в Японском море.

### Список источников

1. Ferraro G., Meyer-Roux S., Muellenhoff O., Pavliha M., Svetak J., Tarchi D., Topouzelis K. Long term monitoring of oil spills in European seas // Intern. J. of Remote Sensing. Vol. 30, No 3. P. 627–645.
2. Официальный сайт администрации морских портов России [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosmorport.ru> (дата обращения: 15.03.2023).
3. Официальный сайт администрации морских портов Охотского моря и Татарского пролива [Электронный ресурс]. URL: <http://ampvanino.ru/> (дата обращения: 15.03.2023).
4. Дубина В.А., Чернеева, И.А., Бессонов Р.С., Круглик И.А., Азмухаметова Л.М. Спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения с судов в Японском море // Морские технологии: проблемы и решения – 2021: материалы Нац. науч.-практ. конф., Керчь, 19–30 апреля, 2021. С. 234–237.
5. Бессонов Р.С., Дубина В.А., Круглик И.А. Результаты спутникового мониторинга нефтяных разливов с судов в исключительной экономической зоне Японии // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2022. С. 31–36.
6. Колесникова А.С., Дубина В.А., Круглик И.А., Руденко О.Н. Спутниковый радиолокационный мониторинг шельфа острова Сахалин // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2022. С. 108–112. ISBN: 978-5-88871-757-8.
7. Марченко М.О., Бессонов Р.С., Дубина В.А. Мониторинг нефтяных разливов с судов в Татарском проливе в 2021 г. // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: материалы VIII Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2023. С. 181–186.
8. Замшин В.В., Матросова Е.Р., Ходаева В.Н., Чверткова О.И. Количественный подход к исследованию пленочных загрязнений морской поверхности по космическим изображениям // Морской гидрофизический журнал. 2021. Т. 37, № 5. С. 610–622.
9. Roman Bessonov, Vyacheslav Dubina, Irina Cherneeva, Irina Kruglik. Results of satellite monitoring of oil spills from ships in the Korea Strait // Proc. 2022 International Conference on Ocean Studies (ICOS 2022), 05–07 October 2022, Vladivostok. P. 118–121. DOI: 10.1109/ICOS55803.2022.10033354.
10. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов «МАРПОЛ 73/78» от 2 октября 1983 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901764502> (дата обращения: 15.03.2023).

### References

1. Ferraro G., Meyer-Roux S., Muellenhoff O., Pavliha M., Svetak J., Tarchi D., Topouzelis K. Long term monitoring of oil spills in European seas // Intern. J. of Remote Sensing. Vol. 30, No 3. P. 627–645
2. RosMorPort Official Website [Electronic resource]. URL: <https://www.rosmorport.ru> (accessed on: 15.03.2023).
3. Administration of Seaports of the Sea of Okhotsk and the Tatar Strait Official Website [Electronic resource]. URL: <http://ampvanino.ru/> (accessed on: 15.03.2023).
4. Dubina V.A., Cherneeva I.A., Bessonov R.S., Kruglik I.A., Azmukhametova L.M. Satellite monitoring of oil pollution from ships in the Sea of Japan // Proceedings of the National Scientific and Practical Conference "Marine Technologies: Problems and Solutions - 2021", Kerch, 2021. P. 234–237.
5. Bessonov R.S., Dubina V.A., Kruglik I.A. Results of satellite monitoring of oil spills from ships in the exclusive economic zone of Japan // Urgent Problems of the World Ocean Biological Resources Development: Conf. Proceedings. Vladivostok: Far Eastern State Technical Fisheries University, 2022. P 31–36.

6. Kolesnikova A.S., Dubina V.A., Kruglik I.A., Rudenko O.N. Satellite radar monitoring of the shelf of Sakhalin Island // In the collection: Actual problems of development of biological resources of the World Ocean. Proceedings of the VII International Scientific and Technical Conference. Vladivostok, 2022. P. 108–112. ISBN: 978-5-88871-757-8.

7. Marchenko M.O., Bessonov R.S., Dubina V.A. Satellite radar monitoring of the ship oil pollution of Tatar Strait in 2021 // Comprehensive research in the fishery industry: Conf. Proceedings. Vladivostok: Far Eastern State Technical Fisheries University, 2023. P. 181–186.

8. Zamshin V.V., Matrosova E.R., Khodaeva V.N., Chvertkova O.I. Quantitative Approach to Studying Film Pollution of the Sea Surface Using Satellite Imagery // Marine Hydrophysical Journal. 2021. Vol. 37, № 5. P. 610–622.

9. Roman Bessonov, Vyacheslav Dubina, Irina Cherneeva, Irina Kruglik. Results of satellite monitoring of oil spills from ships in the Korea Strait // Proc. 2022 International Conference on Ocean Studies (ICOS 2022), 05–07 October 2022, Vladivostok. P. 118–121. DOI: 10.1109/ICOS55803.2022.10033354.

10. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL 73/78 [Electronic resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901764502> (accessed on: 15.03.2023).

### **Информация об авторах**

М.О. Марченко – студент группы ЭПб-412, SPIN-код: 2159-7776, AuthorID: 1121929;

Р.С. Бессонов – аспирант, старший инженер лаборатории гидрологических процессов и климата Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН, SPIN-код: 5874-8040, AuthorID: 1122533;

В.А. Дубина – кандидат географических наук, доцент, заведующий лабораторией гидрологических процессов и климата Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН, SPIN-код: 7135-9553, AuthorID: 129445;

И.А. Круглик – кандидат биологических наук, заместитель директора института рыболовства и аквакультуры по учебной работе, AuthorID: 90639.

### **Information about the authors**

M.O. Marchenko – 4th year ecology student, SPIN-code: 2159-7776, AuthorID: 1121929;

R.S. Bessonov – Postgraduate Student, Senior Engineer of the Hydrological Processes and Climate Laboratory of the V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of RAS, SPIN-code: 5874-8040, AuthorID: 1122533;

V.A. Dubina – PhD in Geography, Associate Professor, Head of the Hydrological Processes and Climate Laboratory of the V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of RAS, SPIN-code: 7135-9553, AuthorID: 129445;

I.A. Kruglic – PhD in Biology, Deputy Director of Academic Affairs of the Institute of Fisheries and Aquaculture, AuthorID: 90639.

Статья поступила в редакцию 21.06.2023; одобрена после рецензирования 07.09.2023; принята к публикации 28.09.2023.

The article was submitted 21.06.2023; approved after reviewing 07.09.2023; accepted for publication 28.09.2023.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 639.2.081, 621.798.24, 677.071, 677.072, 004.4

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-11>

**Программное обеспечение для определения физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов**

**Александр Алексеевич Недоступ<sup>1</sup>, Алексей Олегович Ражев<sup>2</sup>, Павел Владимирович Насенков<sup>3</sup>, Карина Витальевна Коновалова<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

<sup>1</sup> [nedostup@klgtu.ru](mailto:nedostup@klgtu.ru)

<sup>2</sup> [progacpp@live.ru](mailto:progacpp@live.ru)

<sup>3</sup> [pavel.nasenkov@klgtu.ru](mailto:pavel.nasenkov@klgtu.ru)

<sup>4</sup> [karina.konvalova@klgtu.ru](mailto:karina.konvalova@klgtu.ru)

**Аннотация.** В процессе изучения и прогнозирования физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов, швартовых канатов, а также для выполнения процедур проектирования и изготовления канатно-веревочных изделий, которые являются смешанными, сложными, формоизменяемыми сооружениями или конструкциями необходимо так выбирать материал волокон и размеры для каждого элемента заданной конструкции (это может быть рыболовный трал, швартовые и любые другие изделия, которые применяются в рыболовной, транспортной и другой промышленности), чтобы соответствующий элемент сопротивлялся действию различного рода приложенных внешних сил без риска разрушиться или потерять приданную ему форму. Гибкие конструкции с изменяющейся формой, состоящие из упругих нитей, веревок и канатов, отличаются тем, что в процессе их эксплуатации происходит перераспределение нагрузок, приходящихся на отдельные элементы, поэтому первоначально принятый коэффициент запаса прочности  $n$  не обеспечивает равнопрочности изделий и целесообразного использования материала, пошедшего на его постройку. Необходимую прочность синтетических рыболовных изделий и материалов  $\sigma$  с учетом возможности аварийных условий следует обеспечивать за счет действующих продольных нагрузок  $T_x$  и продольного модуля упругости (свойствами изделия)  $E_x$ , геометрическими размерами: диаметром  $d$  и длиной  $L$ , а также ввести коэффициент перегрузки  $k_n$  для увеличения расчетной прочности деталей  $\sigma$ , воспринимающих большую растягивающую нагрузку  $T$ . Авторы предполагают, что целесообразно также предусмотреть в конструкции слабые звенья (к примеру, в разноглубинном трале), чтобы их разрушение разгружало орудие и предотвращало его полную потерю.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, компьютерная программа, физико-механические свойства, рыболовные материалы

**Финансирование:** исследование выполнено в рамках государственного задания по теме «Разработка физических, математических и предсказательных моделей процессов эксплуатации донного и разноглубинного траловых комплексов».

**Для цитирования:** Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Коновалова К.В. Программное обеспечение для определения физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023 Т. 65, № 3. С. 91–102.

## FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-11>

### Software for determination of physical and mechanical properties of synthetic fishing materials

**Aleksandr A. Nedostup**<sup>1</sup>, **Alexey O. Razhev**<sup>2</sup>, **Pavel V. Nosenkov**<sup>3</sup>, **Karina V. Konovalova**<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup> Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

<sup>1</sup>nedostup@klgtu.ru

<sup>2</sup>progacpp@live.ru

<sup>3</sup>pavel.nosenkov@klgtu.ru

<sup>4</sup>karina.konovalova@klgtu.ru

**Abstract.** In the process of studying and predicting the physical and mechanical properties of synthetic fishing materials, mooring ropes, as well as to perform design and manufacturing procedures of rope and rope products, which are mixed, complex, form-modifiable structures or constructions, it is necessary so choose the fiber material and dimensions for each element of a given design. (This could be a fishing trawl, mooring and any other products that are used in the fishing, transport and other industries), so that the corresponding element resists the action of various kinds of applied external forces without the risk of collapse or loss of the shape given to it. Flexible structures with variable shape consisting of elastic threads, ropes and cords are characterized by the fact that in the process of their operation there is a redistribution of loads falling on the individual elements, so initially adopted safety factor  $n$  does not provide equal strength products and expedient use of the material used for its construction. Necessary strength of synthetic fish products and materials  $\sigma$  taking into account possibility of emergency conditions should be provided due to acting longitudinal loads  $T_x$  and longitudinal modulus of elasticity (product properties)  $E_x$ , geometrical dimensions: diameter  $d$  and length  $L$ , and it is also necessary to keep overload factor  $k_n$  to increase design strength of parts  $\sigma$  taking high tensile load  $T$ . In this scientific article, the authors suggest that it is also advisable to provide weak links in the design (for example, in the multi-depth trawl) so that their destruction unloads the gun and prevents its complete loss.

**Keywords:** software, computer program, physical and mechanical properties, fishing materials

**Funding:** The study was carried out as part of the state assignment on the topic "Development of physical, mathematical and predictive models for the operation of bottom and mid-water trawl systems".

**For citation:** Nedostup A.A., Razhev A.O., Nosenkov P.V., Konovalova K.V. Software for determination of physical and mechanical properties of synthetic fishing materials. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):91–102. (in Russ.).

## Введение

При изготовлении и проектировании канатно-веревочных синтетических изделий, которые являются смешанными, сложными, формоизменяемыми конструкциями, необходимо так выбирать материал и размеры их, чтобы соответствующий элемент сопротивлялся действию различного рода приложенных внешних сил без риска разрушиться или потерять приданную ему форму [1, 2]. К синтетическим изделиям – элементам, являющимся составными частями орудий промышленного рыболовства, а также изделиями марикультуры, швартовых канатов и т.д., относятся: ваера, кабели, голые концы, канатные связи, элементарная ячея, топенанты, подборы, швартовые и другие соединительно-связующие тяговые элементы. Безаварийная работа синтетических изделий достигается за счет достаточной прочности  $\sigma$  и легкости конструкции, а также минимальной стоимости благодаря экономии материалов. Гибкие конструкции с изменяющейся формой, состоящие из упругих нитей, веревок и канатов, отличаются тем, что в процессе их эксплуатации происходит перераспределение нагрузок, приходящихся на отдельные элементы, поэтому первоначально принятый коэффициент запаса прочности  $n$  не обеспечивает равнопрочности изделий и целесообразного использования материала [3, 4].

Необходимую прочность синтетических изделий и материалов  $\sigma$  с учетом возможности аварийных условий следует обеспечивать за счет введения коэффициентов перегрузки  $k_n$  для увеличения расчетной прочности деталей  $\sigma$ , воспринимающих большую растягивающую нагрузку  $T$ . Целесообразно также предусмотреть в конструкции слабые звенья (к примеру, в разноглубинном трале, рис. 1), чтобы их разрушение разгружало орудие и предотвращало его потерю. Так, на рис. 1 изображены цветом нагрузки  $T$  от слабых (синий цвет) до сильных и критических (красный цвет).

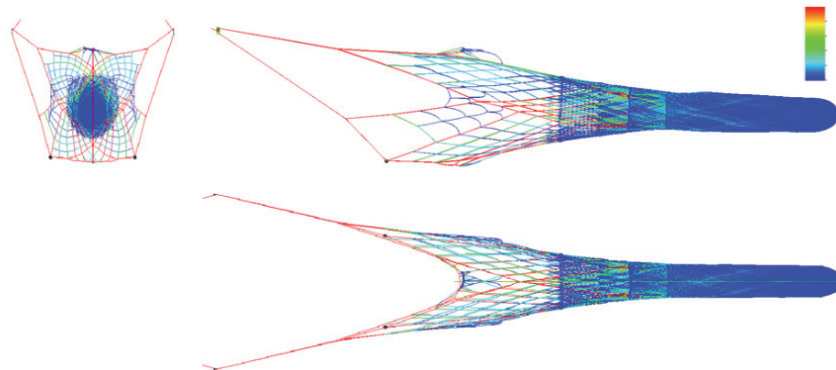


Рис. 1. Имитационное моделирование оболочки канатно-сетного разноглубинного трала

Fig. 1. Simulation of the flight of a rope-net mid-water trawl

Важными физико-механическими свойствами синтетических материалов, от которых зависит безаварийная эксплуатация, являются:

- диаметр  $d$ , имеющий большое значение при изготовлении веревок и канатов, а также ниток, зависит от количества материала, заключающегося в ней, и от степени крутки или плетения, т.е. от степени рыхлости или плотности. Таким образом, материалы одного типа и вида, а также номера (линейной плотности) могут несколько отличаться по диаметру. От диаметра зависит прочность  $\sigma$  и относительное удлинение  $\varepsilon$  материалов;

- длина  $L$ , которая может быть менее 5 мм (шаг ячеи) и достигать нескольких километров (ваера и урезы). От длины  $L$  зависит перераспределение нагрузки на поверхности синтетических материалов;

- прочность  $\sigma$  напрямую влияет на безаварийную работу изделий и его элементов. Прочность  $\sigma$  зависит от продольного модуля упругости изделия  $E$  и относительного удлинения  $\varepsilon$  [4, 5].

Существует список свойств синтетических изделий, влияние которых на безаварийную работу в статье не рассматривается [6].

Проектировщик и изготовитель синтетических изделий и материалов в нынешней ситуации подбирает физико-механические свойства из расчета коэффициента запаса прочности  $n$ , при этом не задумываясь об экономии материалов и перераспределении нагрузок  $T$ . Такая ситуация приводит к большим затратам материалов, а также невозможности учета производственного ресурса конструкции. К примеру, по тралу, когда конструкция орудия промышленного рыболовства выбрана и определены ее размеры, определяют рабочую форму орудия лова и положение его в пространстве под действием внешних сил, поскольку именно эти характеристики определяют успех лова (см. рис. 1). Также обеспечивают надлежащую прочность орудия лова  $\sigma$ , его элементов, креплений и оснастки.

### **Цель и задачи**

Цель работы – создание программного обеспечения (ПО) для определения физико-механических свойств синтетических изделий, предназначенного для имитационного моделирования прочностных характеристик элементов. Программное обеспечение «Расчет физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов» разработано на основании теоретических выкладок [7, 8], экспериментальных данных [9, 10] и алгоритмов [11, 12] определения физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов.

Введем допущения, которые применились при разработке ПО:

- синтетические рыболовные материалы рассматриваются как идеально гибкие цилиндрические изделия, которые подвержены продольному растяжению и сжатию и поперечному сжатию;
- свивку, количество прядей, толщину волокна, тип плетения учитывает условный модуль в поперечном сечении (продольный модуль упругости)  $E_x$ ;
- при имитационном моделировании не учитываются внутренние силы трения между волокнами и пряделями;
- при расчете напряжения в поперечном сечении  $\sigma$  не учитывается изменение диаметра  $d$ ;
- скорость и ускорение продольного растяжения не учитываются;
- производительность сил не учитывается;
- объем изделия при нагрузке не изменяется;
- масса изделия при нагрузке не изменяется.

Разрабатываемое ПО в дальнейшем предполагается использовать в качестве модуля САПР орудий промышленного рыболовства. По результатам экспериментальных исследований была проведена верификация численных экспериментов на разрывных машинах [10].

### **Материалы и методы**

При проектировании, расчете и изготовлении синтетических рыболовных изделий и составлении математического обеспечения проектировщика необходимо учитывать их прочностные параметры и формоизменяемость как объекта эксплуатации:

- сложный характер распределения продольных нагрузок (натяжение) и поперечных нагрузок (давление), протекающих в многочисленных элементах конструкций;
- сложные технологические процессы при изготовлении;
- наличие ограничений по материалоемкости.

Программное обеспечение «Расчет физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов» написано на языке C++ в среде разработки программного обеспечения Embarcadero RAD Studio [13] и предназначено для работы в операционной системе Microsoft Windows 10 [14].

Компьютерная программа представляет собой выполняемый EXE-файл, запускаемый в операционной системе. Элементы интерфейса являются стандартными для системы Windows

и не требуют от пользователя дополнительных навыков и знаний. В программе «Расчет физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов» предусмотрен расчет геометрических и силовых параметров синтетических рыболовных материалов. Предусмотрена отработка реакции системы на возможные типичные ошибки оператора, например: произведен неверный ввод параметра.

При запуске программы открывается главное окно ПО и первая вкладка программы «Параметры» (рис. 2). Основную часть окна занимают изображения входных, выходных параметров, рисунка, отображающего процесс растяжения и фона – синтетических рыболовных материалов. В данной вкладке вносятся входные параметры синтетических материалов:

- диаметр  $d$ ;
- длина  $L$ ;
- приложенная сила натяжения по оси от 0,01 Н до  $T_x$ ;
- продольный модуль упругости  $E_x$ .

На данной вкладке также выводятся выходные физико-механические свойства синтетических рыболовных материалов:

- удлинения  $\lambda$ ;
- площади сечения  $S$ ;
- коэффициента Пуассона  $\mu$ ;
- безразмерное сужение  $\alpha$ ;
- отношение модулей упругости по осям  $e=E_y/E_x$ ;
- коэффициент пропорциональности  $k$ ;
- безразмерная компенсационная сила  $\chi$ ;
- относительная продольная деформация  $\varepsilon$ ;
- сила сжатия  $T_y$ ;
- продольная компенсационная сила  $T_{x1}$ ;
- поперечная компенсационная сила  $T_{y1}$ ;
- относительная поперечная деформация  $\varepsilon_d$ ;
- модуль упругости по поверхности (поперечный модуль упругости)  $E_y$ ;
- напряжение в поперечном сечении (прочность)  $\sigma$ .

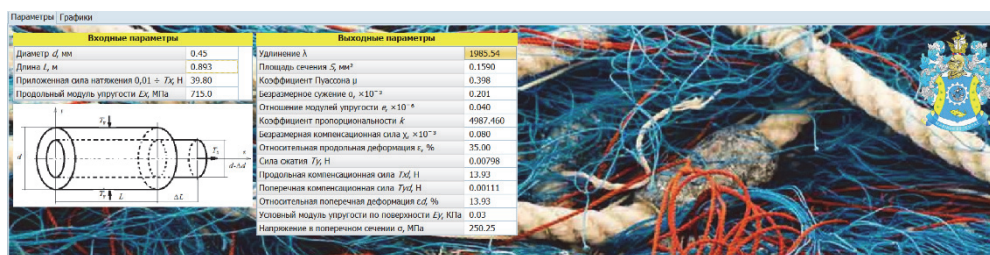


Рис. 2. Первое окно «Параметры» ПО «Расчет физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов»

Fig. 2. The first window «Parameters» of the software «Calculation of physical and me-chemical properties of synthetic fishing materials»

На рис. 3 изображена вкладка «Графики», в данной вкладке отображены графики зависимостей (сверху, слева направо) для условия от 0,01 Н до  $T_x$ :

- относительной продольной деформации от силы натяжения  $\varepsilon=f(T_x)$ ;
- относительной поперечной деформации от силы натяжения  $\varepsilon_d=f(T_x)$ ;
- коэффициента Пуассона от силы натяжения  $\mu=f(T_x)$ ;
- напряжения в поперечном сечении от силы натяжения  $\sigma=f(T_x)$ ;
- диаметра от силы натяжения  $d=f(T_x)$ ;
- силы сжатия от силы натяжения  $T_y=f(T_x)$ .



На вкладке «Графики» возможно выводить из вкладки «Параметры» плавающие ползунки: диаметра  $d$ ; длины  $L$ ; силы натяжения  $T_x$ ; продольного модуля упругости  $E_x$  для удобного и оперативного определения физико-механических свойств рыболовных материалов (рис. 4 и 5).

### Результаты и их обсуждение

Рассмотрим два примера численного моделирования физико-механических свойств синтетических материалов с помощью ПО «Расчет физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов».

Пример 1. Рассмотрим влияние продольного модуля упругости  $E_x$  на значения  $\varepsilon$  и  $d$  при  $0,01 \text{ Н} \leq T_x \leq 40,0 \text{ Н}$ . Отобразим на рис. 5 изменение продольного модуля упругости  $E_x$  при следующих параметрах условной нитки диаметром  $d=0,45 \text{ мм}$ ;  $L=150 \text{ мм}$ ;  $0,01 \text{ Н} \leq T_x \leq 40,0 \text{ Н}$ , т.е. зададим  $27,0 \text{ МПа} \leq E_x \leq 2000,0 \text{ МПа}$ , причем  $E_x=27,0 \text{ МПа}$  соответствует продольному модулю упругости каучука (материала), при этом  $E_x=2000,0 \text{ МПа}$  соответствует продольному модулю упругости полиамида (материала).

На основании численного моделирования (рис. 6) возможно сделать вывод, что продольный модуль упругости  $E_x$  влияет на изменение диаметра  $d$  условной нитки, а также на относительное удлинение  $\varepsilon$ .

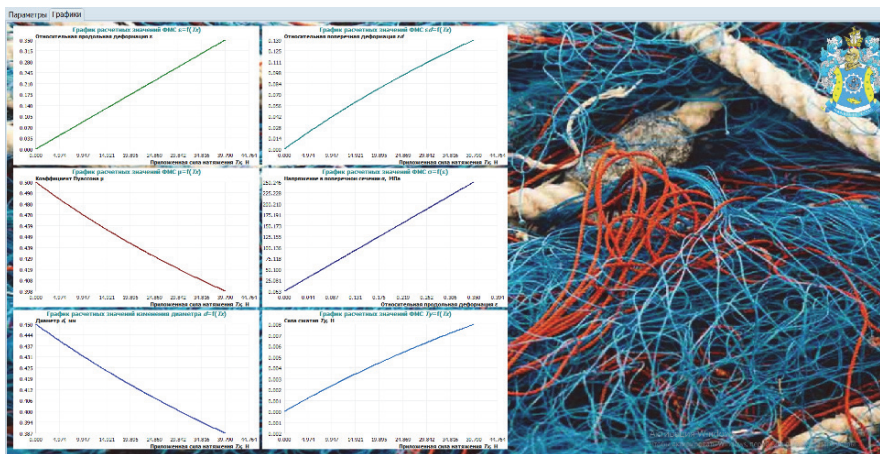


Рис. 3. Второе окно «Графики» ПО «Расчет физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов»

Fig. 3. The second window «Graphs» of the software «Calculation of physical-mechanical properties of synthetic fish materials»

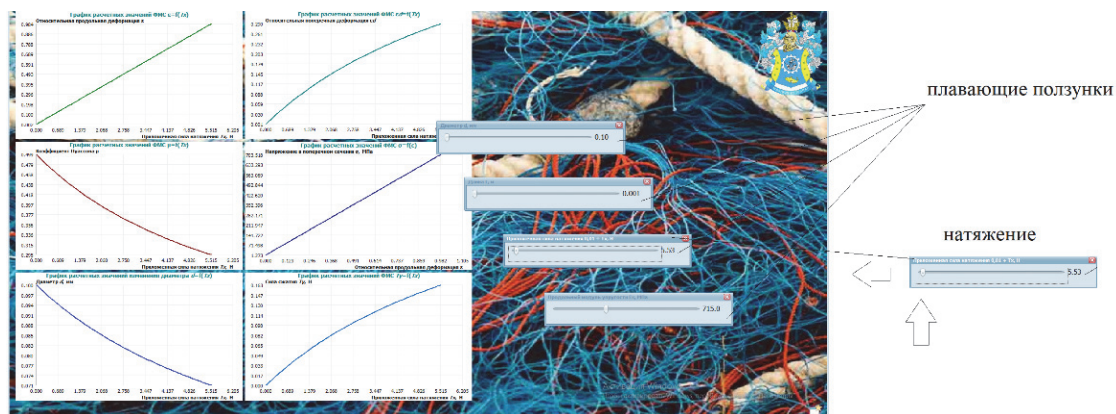


Рис. 4. Отображение плавающих ползунков и параметров

Fig. 4. Display of floating sliders and parameters

Пример 2. Рассмотрим влияние силы натяжения  $T_x$  на значения  $\sigma$  и  $d$  при  $E_x=650,0$  МПа. Отобразим на рис. 7 изменение силы натяжения  $0,01 \text{ Н} \leq T_x \leq 10,0 \text{ Н}$  и  $0,01 \text{ Н} \leq T_x \leq 350,0 \text{ Н}$  при следующих параметрах условной нитки диаметром  $d=0,45$  мм;  $L=150$  мм;  $E_x=650,0$  МПа.

На основании численного моделирования (рис. 7) возможно сделать вывод, что сила натяжения  $T_x$  существенно влияет на изменение диаметра  $d$  условной нитки, а также на напряжение  $\sigma$ .

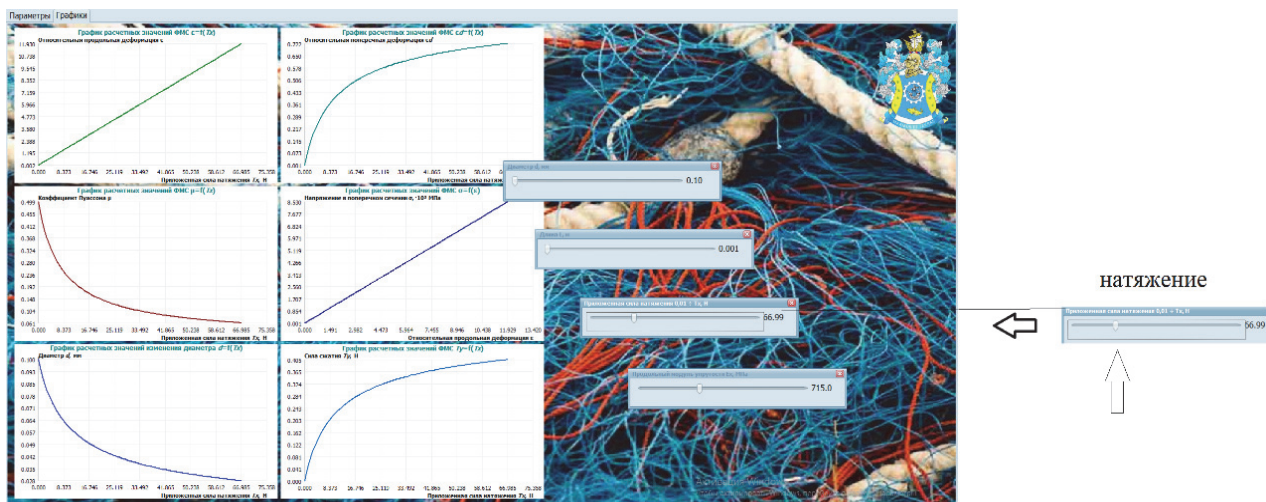
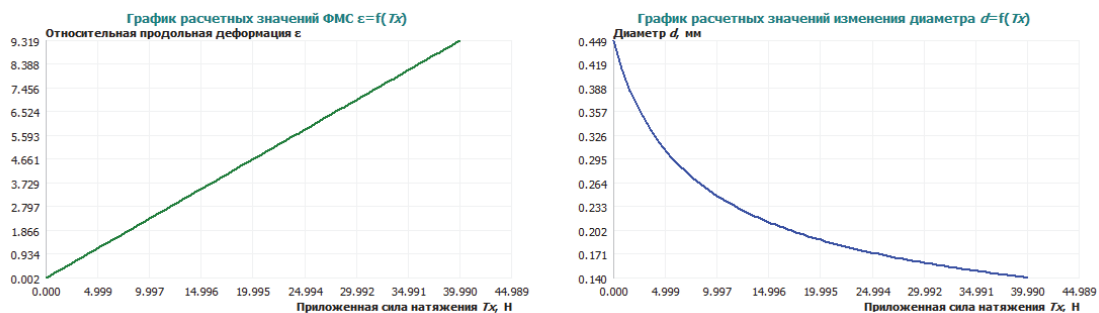


Рис. 5. Отображение плавающих ползунков и параметров  
Fig. 5. Display of floating sliders and parameters

$E_x=27,0$  МПа



$E_x=2000,0$  МПа

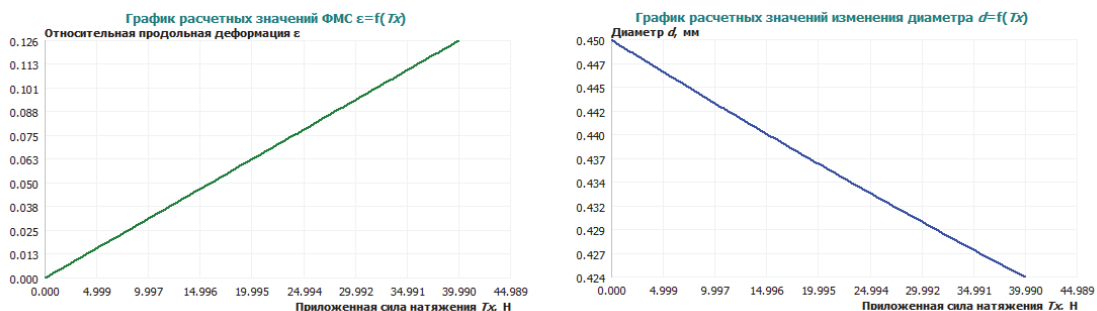


Рис. 6. Зависимости  $\epsilon=f(T_x)$  и  $d=f(T_x)$  при  $E_x=27,0$  МПа и  $E_x=2000,0$  МПа  
Fig. 6. Dependences  $\epsilon=f(T_x)$  and  $d=f(T_x)$  at  $E_x=27.0$  МПа and  $E_x=2000,0$  МПа

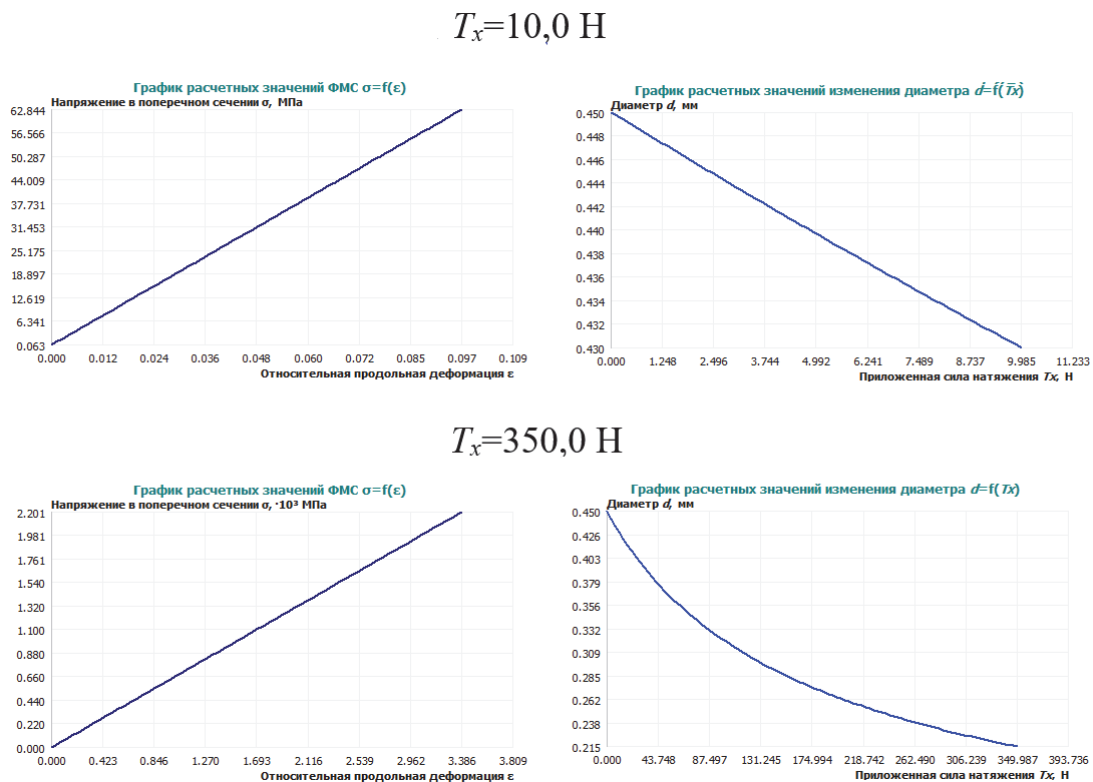


Рис. 7. Зависимости  $\sigma=f(T_x)$  и  $d=f(T_x)$  при  $0,01 \text{ Н} \leq T_x \leq 10,0 \text{ Н}$ ,  $0,01 \text{ Н} \leq T_x \leq 350,0 \text{ Н}$  и  $E_x=650,0 \text{ МПа}$   
 Fig. 7. Dependences  $\sigma=f(T_x)$  and  $d=f(T_x)$  at  $0,01 \text{ Н} \leq T_x \leq 10,0 \text{ Н}$ ,  $0,01 \text{ Н} \leq T_x \leq 350,0 \text{ Н}$  and  $E_x=650,0 \text{ МПа}$

На основании численного моделирования физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов возможно решать различные задачи проектирования орудий промышленного рыболовства и их элементов. Рассчитывать конструктивные, технологические и силовые характеристики рыболовных материалов. Немаловажным дополнением является использование разрывных машин [15] для верификации значений продольного модуля упругости  $E_x$ . Также обосновано подбирать прочностные характеристики: ваеров, кабелей, голых концов, урезов, оттяжек, поводцов, оттуг, канатных связей, элементарных ячей, топенантов, шворочных швов, подбор, хребтин, поясов и других соединительно-связующе тяговых элементов орудий промышленного рыболовства.

Равнопрочное орудие рыболовства обеспечивается за счет грамотного применения программных продуктов или компьютерных программ по расчету сил натяжения, формы и других параметров, а также напряжения и относительного удлинения. При этом нельзя забывать о разрывной прочности  $\sigma_p$  синтетических рыболовных материалов [1, 8, 10, 16], которая определяется на разрывных машинах. Безаварийная работа синтетических изделий достигается за счет достаточной прочности  $\sigma$  и легкости конструкции, а также минимальной стоимости благодаря экономии материалов.

Пользовательское меню главного окна ПО «Расчет физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов» позволяет управлять ПО. Запуск программного обеспечения невозможен без введения параметров синтетического изделия, поэтому при запуске это окно автоматически открывается поверх главного.

Кнопки «Сохранить задание», «Загрузить задание» служат для сохранения входных параметров в файл и чтения их из файла. Файл сохраняется в формате xml [17]. Входные параметры синтетических материалов записываются в той последовательности, в которой они представлены на страницах приложения.

Для вывода результатов расчета в приложении реализован функционал генерации отчета с возможностью распечатки и экспорта в форматы pdf, docx, rtf.

## Заключение

На основании использования ПО «Расчет физико-механических свойств синтетических рыболовных материалов» возможно прогнозировать свойства синтетических материалов.

Предложенная компьютерная программа предназначена для определения и прогнозирования физико-механических свойств синтетических материалов в широком диапазоне геометрических и силовых характеристик.

На основании численного моделирования (см. рис. 6) возможно сделать вывод, что продольный модуль упругости  $E_x$  существенно влияет на изменение диаметра  $d$  условной нитки, а также на относительное удлинение  $\varepsilon$ . Также на основании численного моделирования (см. рис. 7) возможно сделать вывод, что сила натяжения  $T_x$  существенно влияет на изменение диаметра  $d$  условной нитки, а также на напряжение  $\sigma$ .

Созданная компьютерная программа моделирует возможные ситуации, не зависящие от ввода параметров, и позволяет отслеживать основные ошибки проектировщиков и операторов, допущенные ими в процессе расчета.

Данная программа позволит оператору приобрести навыки в механике рыболовных материалов.

В дальнейшем планируется усовершенствовать разработанную программу добавлением следующих модулей:

- ввод коэффициента, учитывающего свивку, количество прядей, толщину волокна, тип плетения;
- учет влияния скорости и ускорения продольного растяжения;
- расчет напряжения в поперечном сечении при изменении диаметра;
- расчет внутренних сил трения между волокнами и прядями;
- расчет производительности сил в продольном и поперечном сечениях.

## Список источников

1. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р., Ахмедов И.М. Анализ результатов испытания прочности трехрядных канатов из полимерных материалов // Известия КГТУ. 2015. № 36. С. 43–51.
2. Ахмедов И.М., Наумов В.А. О законе распределения разрывной нагрузки нити // Водопользование и задачи гидромеханики // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2017. Т. 3, № 3. С. 1–7.
3. Мельников В.Н. Качество, надежность и работоспособность орудий промышленного рыболовства. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. 264 с.
4. Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Изд-во АСВ, 1995. 568 с.
5. Недоступ А.А., Коновалова К.В., Насенков П.В., Ражев А.О., Альтшуль Б.А., Федоров С.В. Относительная жесткость рыболовных крученых изделий // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Серия: Рыбное хозяйство. 2020. № 1. С. 46–60.
6. Насенков П.В., Недоступ А.А., Долин Г.М. Экспериментальные исследования коэффициента Пуассона нитевидных рыболовных материалов // Известия КГТУ. 2021. № 62. С. 26–34.
7. Костенко Н.А. и др. Сопротивление материалов: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2000. 430 с.
8. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Научный мир, 2007. 575 с.
9. Насенков П.В. Экспериментальное исследование физико-механических свойств нитевидно-веревочных изделий // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток, 2018. Ч. 1. С. 144–147.
10. Насенков П.В., Недоступ А.А., Наумов В.А. Экспериментальные исследования разрывного усилия и относительного удлинения рыболовных веревочно-нитевидных изделий с различной скоростью разрыва и длиной исследуемых образцов // Известия КГТУ. 2020. № 58. С. 35–48.

11. Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Коновалова К.В., Быков А.А., Пивоварова Ю.С. Производительность сил траловой системы - III: математическое моделирование (часть I) // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 4. С. 63–72.
12. Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Коновалова К.В., Быков А.А. Производительность сил траловой системы - IV: математическое моделирование (часть II) // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 1. С. 32–38. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-32-38>.
13. Cornelius D. Fearless Cross-Platform Development with Delphi. Packt, 2021. 544 p.
14. Евченко А.И. OpenGL и DirectX. Программирование графики. СПб.: Питер, 2006. 350 с.
15. Насенков П.В. Анализ разрывного оборудования для исследования рыболовных нитевидных материалов // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы II Нац. науч.-техн. конф. 2018. С. 66–72.
16. Великанов Н.Л., Наумов В.А., Примак Л.В., Ахмедов И.М. Испытания прочности канатов из полимерных материалов // Механизация строительства. 2017. Т. 78, № 4. С. 30–35.
17. Ражев А.О., Недоступ А.А., Львова Е.Е. Архитектура аппаратной части системы автоматизированного проектирования орудий промышленного рыболовства // Материалы 64-й Междунар. науч. конф. Астраханского государственного технического университета, посвященной 90-летию со дня образования Астраханского государственного технического университета (Астрахань, 2020): материалы (тез. докл., сб. ст.). URL: <http://www.astu.org/Uploads/files/izdatelstvo/64>.

## References

1. Naumov V.A., Akhmedova N.R., Akhmedov I.M. Analiz rezul'tatov ispytaniy na prochnost trekhpryadnykh kanatov iz polimernykh materialov [Analysis of the results of testing the strength of three-strand ropes made of polymeric materials]. *Izvestiya KGTU*. 2015. No. 36. P. 43–51.
2. Akhmedov I.M., Naumov V.A. O zakone raspredeleniya nagruzki niti [On the law of distribution of the breaking load of the thread]. *Vodopolzovaniye i zadachi gidromekhaniki: Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapadnoy Rossii*. 2017. Vol. 3, № 3. P. 1–7.
3. Melnikov V.N. *Kachestvo, nadezhnost' i rabotosposobnost' orudiy promyshlennogo rybolovstva* [Quality, reliability and performance of industrial fishing gear]. M.: Legkaya i pishch. prom-st, 1982. 264 p.
4. Vardanyan G.S., Andreyev V.I., Atarov N.M., Gorshkov A.A. *Soprotivleniye materialov s osnovami teorii uprugosti i plastichnosti* [Strength of materials with the basics of the theory of elasticity and plasticity]. M.: Izd-vo ASV, 1995. 568 p.
5. Nedostup A.A., Konovalova K.V., Nasenkov P.V., Razhev A.O., Altshul B.A., Fedorov S.V. Otnositelnaya zhestkost rybolovnykh kruchenykh izdeliy [Relative rigidity of fishing twisted products]. *Vestnik Astrakhanskogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoye khozyaystvo*. № 1. P. 46–60.
6. Nasenkov P.V., Nedostup A.A., Dolin G.M. Eksperimentalnyye issledovaniya koeffitsiyenta Puassona nitevidnykh promyslovykh materialov [Experimental studies of Poisson's ratio of filamentous fishing materials]. *Izvestiya KGTU*. 2021. № 62. P. 26–34.
7. Kostenko N.A. i dr. *Soprotivleniye materialov* [Strength of materials]. Ucheb. posobiye. M.: Vyssh. shk., 2000. 430 p.
8. Tager A.A. *Fiziko-khimiya polimerov* [Physical chemistry of polymers]. M.: Nauchnyy mir, 2007. 575 p.
9. Nasenkov P.V. Eksperimental'noye issledovaniye fiziko-mekhanicheskikh svoystv nitevidno-verevochnykh izdeliy [Experimental study of the physical and mechanical properties of thread-like-



rope products] *Aktual'nyye problemy osvoyeniya biologicheskikh resursov Mirovogo okeana: materialy V Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* [Actual problems of development of biological resources of the World Ocean: Proceedings of the V International Scientific and Technical Conference] Vladivostok, 2018. Ch. 1. P. 144–147.

10. Nasenkov P.V., Nedostup A.A., Naumov V.A. Eksperimental'nyye issledovaniya razryva napryazheniya i otnositel'nogo zatyagivaniya rybolovnykh verevochno-nitevidnykh izdeliy s veroyatnost'yu razryva i protyazhennost'yu otdel'nykh obraztsov [Experimental studies of breaking force and relative elongation of fishing rope-filament products with different breaking speed and length of the studied samples]. *Izvestiya KGTU*. 2020. № 58. P. 35–48.

11. Nedostup A.A., Razhev A.O., Nasenkov P.V., Konovalova K.V., Bykov A.A. Pivovarova YU.S. Proizvoditelnost silitovoy sistemy - III: matematicheskoye modelirovaniye (chast I) [Trawl System Force Performance - III: Mathematical Modeling (Part I)]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoye khozyaystvo*. 2021. № 4. P. 63–72.

12. Nedostup A.A., Razhev A.O., Nasenkov P.V., Konovalova K.V., Bykov A.A. Proizvoditel'nost' sil tralovoy sistemy - IV: matematicheskoye modelirovaniye (chast' II) [Trawl System Force Performance - IV: Mathematical Modeling (Part II)]. *Vestnik Astrakhanskogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoye khozyaystvo*. 2022. № 1. P. 32–38. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-32-38>.

13. Kornelius D. *Besstrashnaya krossplatformennaya razrabotka s pomoshchyu Delphi* [Fearless Cross-Platform Development with Delphi]. Paket, 2021. 544 p.

14. Yevchenko A.I. *OpenGL i DirectX. Programmirovaniye grafiki* [OpenGL and DirectX. Graphics programming]. SPb.: Piter, 2006. 350 p.

15. Nasenkov P.V. Analiz razryvnogo oborudovaniya dlya issledovaniya rybolovnykh resursov [Analysis of discontinuous equipment for the study of fishing filamentous materials] *Materialy II nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Innovatsionnoye razvitiye rybnoy otrasli v Departamente obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii»* [Proceedings of the II National Scientific and Technical Conference "Innovative development of the fish industry in the context of food security of the Russian Federation"]. 2018. P. 66–72.

16. Velikanov N.L., Naumov V.A., Primak L.V., Akhmedov I.M. Ispytaniya prochnosti kanatov iz polimernykh materialov [Strength tests of ropes made of polymeric materials] *Mekhanizatsiya stroitelstva*, 2017. Vol. 78, № 4. P. 30–35.

17. Razhev A.O., Nedostup A.A., Lvova E.E. Arkhitektura apparatnoy chasti sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniya orudiy promyshlennogo rybolovstva [Hardware architecture of the computer-aided design system for commercial fishing gear]. *Materialy 64-y Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, posvyashchennoy 90-letnemu yubileyu so dnya obrazovaniya Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta materialy (tez. dokl., sb. st.)* [Materials of the 64th International Scientific Conference of the Astrakhan State Technical University, dedicated to the 90th anniversary of the founding of the Astrakhan State Technical University]. Astrakhan': Izd-vo AGTU, 2020, available at: <http://www.astu.org/Uploads/files/izdatelstvo/64> (Accessed 18 January 2022).

### Информация об авторах

А.А. Недоступ – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой промышленного рыболовства;

А.О. Ражев – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;

П.В. Насенков – заведующий УИЛ САПР техники промышленного рыболовства;

К.В. Коновалова – аспирант кафедры промышленного рыболовства.

### **Information about the authors**

A.A. Nedostup – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Commercial Fisheries;

A.O. Razhev – PhD in Engineering Sciences, Leading Researcher;

P.V. Nasenkov – Head of the ERL of CAD Commercial Fisheries Technology Fishing Equipment;

K.V. Konovalova – Postgraduate Student of the Department of Commercial Fisheries.

Статья поступила в редакцию 07.04.2023; одобрена после рецензирования 07.09.2023; принята к публикации 27.09.2023.

The article was submitted 07.04.2023; approved after reviewing 07.09.2023; accepted for publication 27.09.2023.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ  
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

Научная статья

УДК 656.085

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-12>

**Перспективы рыбодобывающей отрасли Приморского края  
через анализ возрастного состава рыболовных судов**

**Виталий Витальевич Ганнесен<sup>1</sup>, Екатерина Евгеньевна Петрова<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
Владивосток, Россия

<sup>1</sup>[gannesen.vv@dgtru.ru](mailto:gannesen.vv@dgtru.ru)

<sup>2</sup>[pillers@mail.ru](mailto:pillers@mail.ru)

**Аннотация.** Рыбная промышленность в мире, и особенно в прибрежных странах, рассматривается как один из наиболее важных факторов продовольственной безопасности страны и играет важную роль в обеспечении населения продуктами питания. Кроме того, данная отрасль создает рабочие места по всей цепочке: от тех, кто работает на проектировании и строительстве судов и оборудования, до тех, кто связан с реализацией продуктов конечному потребителю. Дальний Восток является основным поставщиком рыбного сырья и готовой продукции на внутренний рынок страны. Одновременно с этим рыбная промышленность является структурообразующей отраслью всех регионов Дальнего Востока, в том числе и Приморского края. Рыбохозяйственный комплекс занимает одно из ведущих мест в экономике Приморья: рыбаки производят треть всей промышленной продукции Приморья, две трети всей рыбной продукции Дальнего Востока и треть всей рыбопродукции России. Добыча и переработка морских биоресурсов, а также смежные сферы экономики играют важную роль в общей экономике и социальной жизни Приморского края. В связи с этим возникает вопрос, насколько устойчива данная отрасль в ближайшей перспективе. Данная работа посвящена рассмотрению перспективы рыбодобывающей отрасли через анализ возрастного состава рыболовных судов, зарегистрированных в Приморском крае. В работе отмечено, что средний возраст сегмента флота морских рыболовных судов продолжает расти. Стареющий рыболовный флот вызывает опасения по поводу безопасности как судов, так и экипажа. В результате статистического анализа выделены возрастные группы судов и оценена перспектива их эксплуатации.

**Ключевые слова:** рыболовное судно, срок эксплуатации судна, вывод из эксплуатации

**Для цитирования:** Ганнесен В.В., Петрова Е.Е. Перспективы рыбодобывающей отрасли Приморского края через анализ возрастного состава рыболовных судов // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 103–109.



## MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-12>

### Future expectations of the Primorsky Krai fishing industry through the fishing vessels age composition analysis

Vitalii V. Gannesen<sup>1</sup>, Ekaterina E. Petrova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

<sup>1</sup>[gannesen.vv@dgtru.ru](mailto:gannesen.vv@dgtru.ru)

<sup>2</sup>[pillers@mail.ru](mailto:pillers@mail.ru)

**Abstract.** The world fishing industry, and especially the coastal countries one, is considered as one of the most important factors of the country food security and plays an important role in providing the population with food. Besides, this industry creates jobs along the whole chain from those who work on the design and construction of ships and equipment to those who are connected with the sale of products to the end consumer. The Far East is the main supplier of fish raw materials and finished products to the domestic market of the country. At the same time, the fishing industry is a structure-forming branch of all regions of the Far East, including Primorsky Krai. Fishery complex occupies one of the leading places in Primorsky Krai economy: fishermen produce one third of all industrial products of Primorsky Krai, two thirds of all fish products of the Far East and one third of all fish products of Russia. Extraction and processing of sea biological resources, as well as related economic spheres play an important role in general economy and social life of Primorsky Krai. This raises the question of how sustainable this industry is in the near future. This article is concern to the fishing industry perspective through the analysis of the age composition of fishing vessels registered in the PrimorskyKrai. It is noted that the average age of the sea fishing vessels fleet segment continues to grow. The aging fishing fleet is raising concerns about the safety of both vessels and crew.As a result of statistical analysis, age groups of ships were identified and the prospects for their operation were assessed.

**Keywords:** fishing vessel, life of the vessel, decommissioning

**For citation:** Gannesen V.V., Petrova E.E. Future expectations of the Primorsky Krai fishing industry through the fishing vessels age composition analysis. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):103–109. (in Russ.).

### Введение

Рыболовство является важным видом экономической деятельности Российской Федерации, обеспечивающим продовольственную безопасность государства. Кроме того, данная отрасль создает рабочие места по всей цепочке: от тех, кто работает на проектировании и строительстве судов и оборудования, до тех, кто связан с реализацией продуктов конечному потребителю. Дальний Восток является основным поставщиком рыбного сырья и готовой продукции на внутренний рынок страны. Одновременно с этим рыбная промышленность является структурообразующей отраслью всех регионов Дальнего Востока, в том числе и Приморского края [1, 2]. Рыбохозяйственный комплекс занимает одно из ведущих мест в экономике Приморья: рыбаки производят треть всей промышленной продукции Приморья, две трети всей рыбной продукции Дальнего Востока и треть всей рыбопродукции России.

По состоянию на 2020 г. в ДФО размещено 70 % рыбопромыслового флота России. Средний возраст рыболовных судов в ДФО составил 31,3 года (превышение максимального нормативного срока эксплуатации на 11,3 года и среднего по России – на 1,6 года). За пределами нормативных сроков эксплуатации находятся 92 % судов рыбопромыслового флота ДФО [3]. В настоящее время большая часть основных производственных фондов рыбной промышленности морально и физически изношена. Степень износа основных фондов достигает более 50 %. У предприятий отсутствуют средства на обновление материально-технической базы. Многие рыболовецкие предприятия не могут произвести частичной замены оборудования, что приводит к старению активной части основных производственных фондов, флота и береговой инфраструктуры.

### **Объекты и методы исследований**

Объектом исследования данной работы является перспектива состояния рыбодобывающей отрасли Приморского края.

Предметом исследования являются состав рыбодобывающего флота.

Методом исследования является статистический анализ данных регистрационной книги Российского морского регистра судоходства.

### **Результаты и их обсуждение**

Рыбодобывающая отрасль играет важную роль как в экономической, так и в социальной жизни страны, на что обращено внимание в «Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации», утвержденной Указом Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 [4]. В данном документе обращается внимание на экономические риски обеспечения продовольственной безопасности, связанные со снижением инвестиционной привлекательности рыбного хозяйства, а также отмечается необходимость технической и технологической модернизации техники и технологий. Кроме того, ставится стратегическая задача развития территорий, обеспечивающих продовольственную программу.

Приморский край в планах Правительства РФ на сегодняшний день рассматривается как регион многообещающего развития, который сможет стать основным центром социально-экономического формирования России и главным связующим звеном среди экономик России и стран Азиатско-Тихоокеанского региона [5]. Добыча и переработка морских биоресурсов, а также смежные сферы экономики играют важную роль в общей экономике и социальной жизни Приморского края. В связи с этим возникает вопрос, насколько устойчива данная отрасль в ближайшей перспективе.

По данным регистрационной книги Российского морского регистра судоходства, на конец 2022 г. в портах Владивосток и Находка зарегистрировано 221 рыболовное судно [6]. Анализ состава флота по возрастному показателю представлен на рис. 1.

Если говорить только о технической возможности находиться в эксплуатации определенный срок, то при проектировании и строительстве судов учитывается запас металла на коррозионный износ. В общем случае в расчетах принимается срок эксплуатации 25 лет [7]. Анализ показывает, что подавляющее число судов, находящихся в эксплуатации, превысили плановый срок (рис. 2).

Более детальная разбивка возрастного диапазона показывает, что основная доля флота находится в диапазоне 31–38 лет (рис. 1). В процентном соотношении основная группа составляет почти половину всех судов (рис. 3).

Обращает на себя внимание, что после возраста 38 лет число судов резко сокращается (рис. 4). Если исходить из того, что в предыдущие годы эксплуатировались суда, аналогичные ныне действующим, а их общее число было соразмерным нынешнему, то можно предположить, что имеет место закономерность массового вывода из эксплуатации по достижению этого возраста.

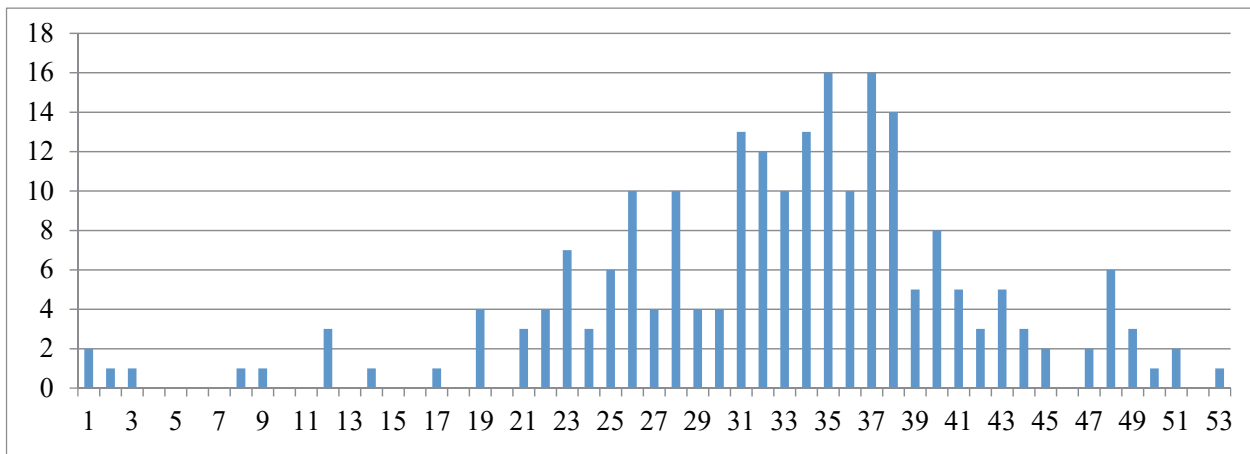


Рис. 1. Общее количество судов с учетом их возраста  
 Fig. 1. The total number of vessels, taking into account their age

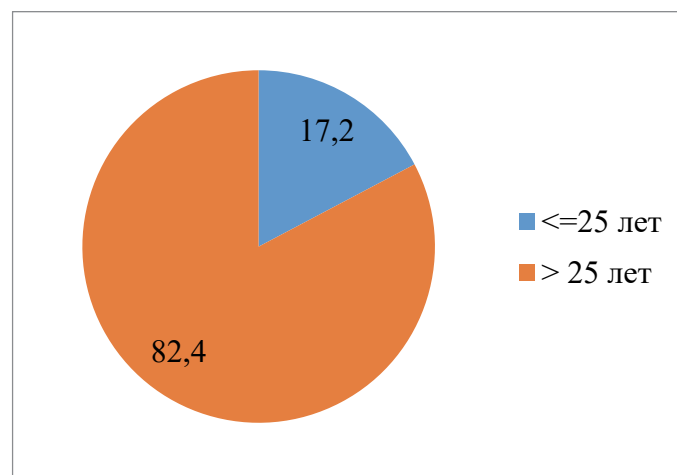


Рис. 2. Количественное соотношение возраста судов с учетом планового износа металла, %  
 Fig. 2. The quantitative ratio of the age of ships, taking into account the planned wear of the metal, %

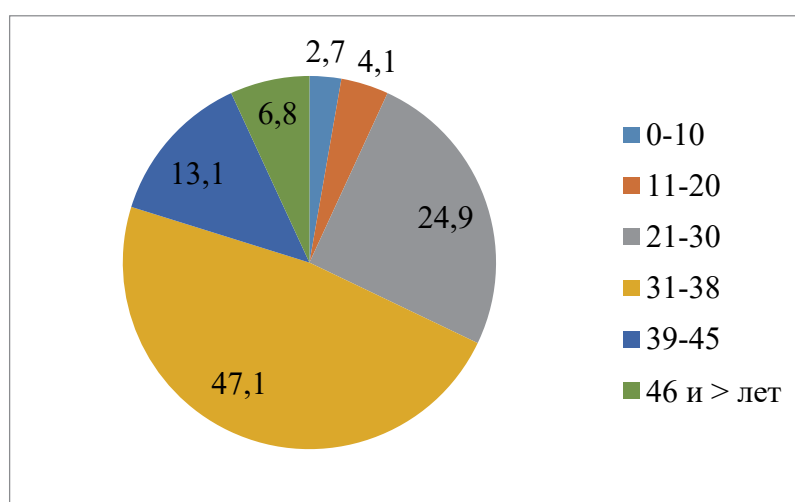


Рис. 3. Возраст рыбопромыслового флота в процентном соотношении  
 Fig. 3. Age of the fishing fleet as a percentage

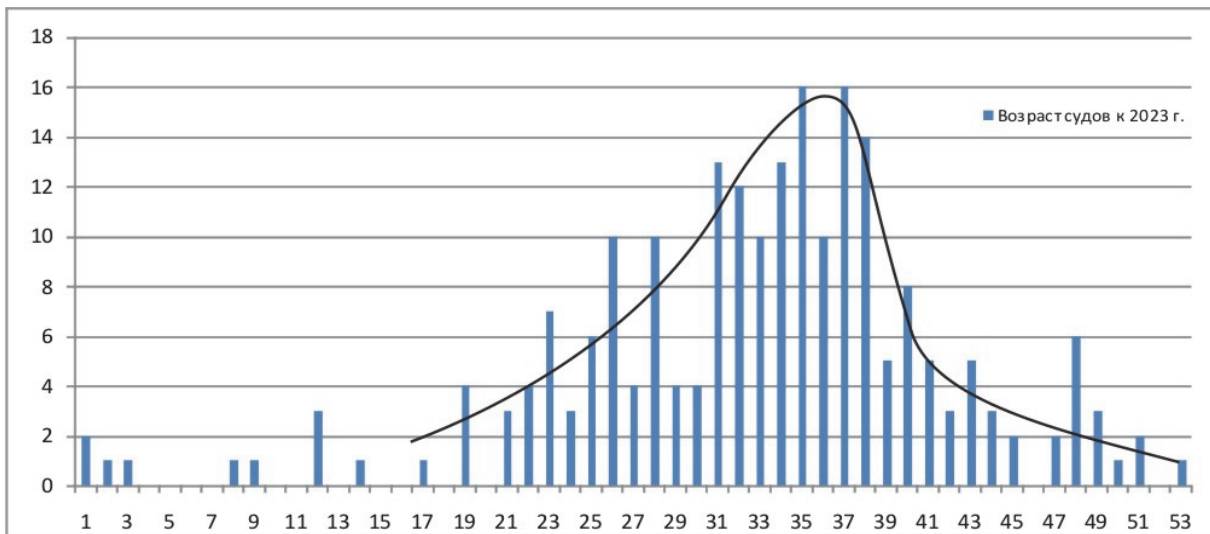


Рис. 4. Осредненный показатель возраста рыболовных судов в эксплуатации к 2023 г.  
Fig. 4. Average age of fishing vessels in service by 2023

Исходя из предположения, что по достижении определенного возраста происходит массовый вывод судов из эксплуатации, рассмотрим перспективу численности рыбодобывающего флота на ближайшие 5 лет, сдвинув график действующих сегодня судов по шкале возраста (рис. 5).

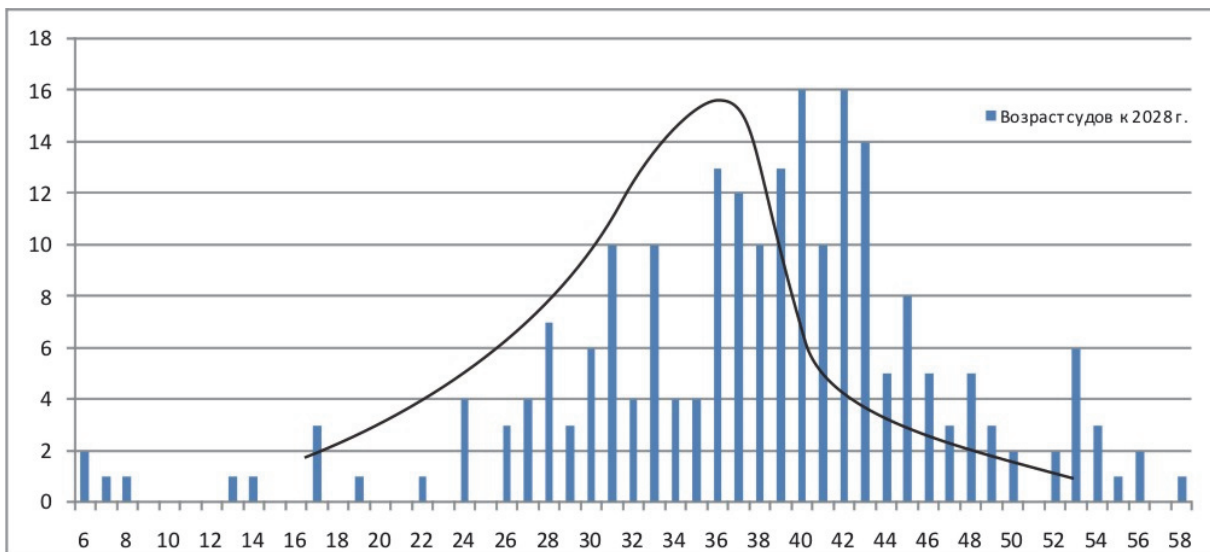


Рис. 5. Перспектива численности рыболовных судов в эксплуатации к 2028 г.  
Fig. 5. Prospect for the number of fishing vessels in operation by 2028

Из рисунка видно, что если тенденция вывода из эксплуатации судов по возрасту сохранится, то выведенными могут оказаться около четверти числа старых судов (выше осредняющей кривой), что в абсолютном исчислении составляет десятки судов.

Стоит обратить внимание на то, что крупнотоннажные рыболовные суда (длиной более 80 м), составляющие основу тралового лова массовых видов рыб, – это в основном суда, выработавшие плановый износ (рис. 6). Принимая во внимание тенденцию вывода судов из эксплуатации, в течение 5 лет можно ожидать списания до половины крупнотоннажных траулеров.

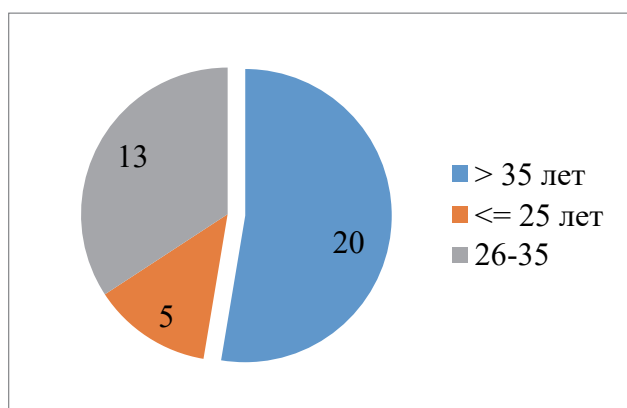


Рис. 6. Численное соотношение крупнотоннажных рыболовных судов по возрастным группам  
 Fig. 6. Numerical ratio of large-tonnage fishing vessels by age groups

### Заключение

Для функционирования региона необходимо его непрерывное социально-экономическое развитие, которое может опираться на производственную структуру. Проблема обновления флота является комплексной и одной из наиболее актуальных. Учитывая то, что ежегодный ввод новых судов исчисляется единицами, а вывод ожидается десятками, можно ожидать заметного спада в рыбодобывающей отрасли. Вероятным сценарием сохранения отрасли будет закупка старых рыболовных судов Японии, выработавших свой плановый ресурс или находящихся на грани выработки. Таким образом, необходима государственная поддержка, причем не только путем его прямого участия в инвестиционных проектах, но и в форме льготных кредитов, субсидирования процентных ставок. Важно обеспечить размещение заказов на строительство рыбодобывающих судов на российских судостроительных заводах.

### Список источников

1. Рыбная промышленность Дальнего Востока России: современное состояние, проблемы и перспективы конкурентоспособности / О.Ю. Ворожбит, Т.Е. Даниловских, И.А. Кузьмичева [и др.]. Владивосток: Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, 2016. 156 с. ISBN 978-5-9736-0355-7. EDN YQEIBN.
2. Хитрова Н.И. Роль рыбной промышленности в обеспечении продовольственной безопасности Приморского края // Актуальные вопросы современной экономики. 2022. № 7. С. 610–618. EDNPUNIO.
3. Рыбохозяйственный комплекс Дальнего Востока / Федеральное автономное научное учреждение «Восточный центр государственного планирования» [Электронный ресурс]. 1618\_2709-dig-riba.pdf (vostokgosplan.ru).
4. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. N 20. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/>.
5. О территориях опережающего социально-экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]: федеральный закон от 29.12.2014 г. № 473-ФЗ (последняя редакция). Электрон. дан. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_172962/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172962/).
6. Регистровая книга судов. Морской регистр судоходства. URL: <https://lk.rs-class.org/regbook/regbookVessel?ln=ru>.
7. Правила классификации и постройки морских судов. Ч. II. Корпус. СПб.: Морской регистр судоходства, 2021. 319 с.

## References

1. Rybnaya promyshlennost' Dal'nego Vostoka Rossii: sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy konkurentosposobnosti / O.YU. Vorozhbit, T.E. Danilovskih, I.A. Kuz'micheva [i dr.]. Vladivostok: Vladivostokskij gosudarstvennyj universitet ekonomiki i servisa, 2016. 156 s. ISBN 978-5-9736-0355-7. EDN YQEIBN.
2. Hitrova N.I. Rol' rybnoj promyshlennosti v obespechenii prodovol'stvennoj bezopasnosti Primorskogo kraja // Aktual'nye voprosy sovremennoj ekonomiki. 2022. № 7. S. 610–618. EDNPUNIHO.
3. Rybohozyajstvennyj kompleks Dal'nego Vostoka / Federal'noe avtonomnoe nauchnoe uchrezhdenie «Vostochnyj centr gosudarstvennogo planirovaniya» [Elektronnyj resurs]. 1618\_2709-dig-riba.pdf (vostokgosplan.ru).
4. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii. Utverzhdena Ukazom Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 21 yanvarya 2020 g. N 20. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/>.
5. O territoriyah operezhayushchego social'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii [Elektronnyj resurs]: federal'nyj zakon ot 29.12.2014 g. №473-FZ (poslednyaya redakciya). Elektron. dan. Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_172962/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172962/).
6. Registrovaya kniga sudov. Morskoj Registr Sudohodstva. URL: <https://lk.rs-class.org/regbook/regbookVessel?ln=ru>.
7. Pravila klassifikacii i postrojki morskih sudov. CHast' II. Korpus. SPb.: Morskoj Registr Sudohodstva, 2021. 319 s.

## Информация об авторах

В.В. Ганнесен – доцент, доцент кафедры судовождения, SPIN-код: 8351-9640, AuthorID: 812731;

Е.Е. Петрова – старший преподаватель кафедры судовождения, SPIN-код: 2621-0656, AuthorID: 1108787.

## Information about authors

V.V. Gannesen – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Navigation, SPIN-code: 8351-9640, AuthorID: 812731.

E.E. Petrova – Senior Lecturer of the Department of Navigation, SPIN-code: 2621-0656, AuthorID: 1108787.

Статья поступила в редакцию 16.06.2023; одобрена после рецензирования 20.06.2023; принята к публикации 26.09.2023.

The article was submitted 16.06.2023; approved after reviewing 20.06.2023; accepted for publication 26.09.2023.

Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 110–119.

Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2023. Vol. 65, no 3. P. 110–119.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ  
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

Научная статья

УДК 621.431.74.016

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-13>

**Результаты экспериментального исследования параметров  
рабочего процесса, динамики тепловыделения и температуры пламени  
судового высокооборотного дизеля**

**Борис Иванович Руднев<sup>1</sup>, Ольга Владимировна Повалихина<sup>2</sup>**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
Владивосток, Россия

<sup>1,2</sup> [povalichina@mail.ru](mailto:povalichina@mail.ru)

**Аннотация.** Представлены результаты экспериментального исследования параметров рабочего процесса, динамики тепловыделения и температуры пламени в судовом высокооборотном дизеле 8 ЧН 13/14. Они существенно дополняют базу данных верификации математических моделей, относящихся к рабочему процессу современных судовых высокооборотных дизелей.

**Ключевые слова:** судовой дизель, параметры рабочего процесса, динамика тепловыделения, температура пламени

**Для цитирования:** Руднев Б.И., Повалихина О.В. Результаты экспериментального исследования параметров рабочего процесса, динамики тепловыделения и температуры пламени судового высокооборотного дизеля // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 110–119.

MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-13>

**Results of experimental investigation of parameters work of process, dynamics  
of heat emission and temperature of flame in marine high speed diesel**

**Boris I. Rudnev<sup>1</sup>, Olga V. Povalikhina<sup>2</sup>**

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

<sup>1,2</sup> [povalichina@mail.ru](mailto:povalichina@mail.ru)

**Abstract.** Results of experimental investigation of parameters work of process, dynamics heat emission and temperature of flame in marine high speed diesel type 8 ChN 13/14 are present-

ed. They respectable addition base of data for verification of mathematical models appertain to work of process modern marine high speed diesels.

**Keywords:** marine diesel, parameters of work process, dynamics of heat emission, temperature of flame

**For citation:** Rudnev B.I., Povalikhina O.V. Results of experimental investigation of parameters work of process, dynamics of heat emission and temperature of flame in marine high speed diesel. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):110–119. (in Russ.).

## Введение

При проектировании и доводке современных судовых дизелей используется большой комплекс математических моделей (ММ), в том числе связанных с моделированием как интегральных параметров рабочего процесса, так и локальных характеристик тепловыделения в камере сгорания (КС) [1]. Однако при верификации указанных ММ наблюдается значительный недостаток экспериментальных данных по интегральным параметрам рабочего процесса и по локальным характеристикам сгорания топлива в КС, в частности, по температуре пламени. Особенно это касается судовых высокооборотных дизелей. Целью настоящей статьи является представление и обсуждение результатов экспериментального исследования указанных выше параметров, полученных при испытании судового высокооборотного дизеля типа 8 ЧН 13/14.

## Параметры рабочего процесса

Испытания судового высокооборотного дизеля типа 8 ЧН 13/14 при определении параметров рабочего процесса проводились по нагрузочной и внешней скоростной характеристикам. Основные технические данные указанного дизеля следующие:

Диаметр цилиндра	D=130 мм
Ход поршня	S=140 мм
Порядок работы цилиндров	1-5-4-2-6-3-7-8
Рабочий объем всех цилиндров	14,86 л
Степень сжатия	$\epsilon=16,5$
Номинальная мощность	$N_e=158$ кВт
Номинальная частота вращения коленчатого вала	$n=1700$ мин <sup>-1</sup>
Способ смесеобразования	Непосредственный впрыск
Камера сгорания	Неразделенного типа в поршне
Давление наддува (избыточное) при номинальной мощности	0,05 МПа
Угол опережения подачи топлива	$\varphi_{оп}=23^0$ поворота коленчатого вала (ПКВ) до верхней мертвой точки (ВМТ)

Результаты экспериментального исследования, показывающие изменение параметров рабочего процесса по нагрузочной и внешней скоростным характеристикам, представлены на рис. 1–4. Перечень измеряемых параметров и описание контрольно-измерительного комплекса приведены авторами настоящей статьи ранее в работе [1]. Следует отметить, что полученные измерения параметров рабочего процесса дизеля 8 ЧН 13/14 являются



характерными для высокооборотных дизелей такого типа с полуразделенными камерами сгорания (КС) [2–4].

Увеличение часового расхода топлива с ростом нагрузки от  $P_{me}=0,12$  МПа до 0,61 МПа в пределах  $G_T=12,4-32,1$  кг/ч приводит к уменьшению суммарного коэффициента избытка воздуха от  $\alpha=4,4$  до  $\alpha=2,0$  (рис.1).

В то же время увеличение нагрузки в указанных выше пределах сопровождается ростом располагаемой теплоты, срабатываемой в турбине турбокомпрессора. Последнее приводит к возрастанию частоты вращения крыльчатки центробежного компрессора и повышению давления наддува  $P_k$ .

Увеличение механического КПД  $\eta_m$  по нагрузочной характеристике объясняется увеличением индикаторной мощности дизеля  $N_i$  при практически постоянной мощности механических потерь  $N_m$  (потери на трение в цилиндропоршневой группе, вентиляционные потери, потери на привод вспомогательных агрегатов). При испытании по нагрузочной характеристике с  $n=1700$  мин<sup>-1</sup>  $\eta_m$  изменяется от 0,46 до 0,87, при изменении  $N_e$  от 25,2 кВт до 125,8 кВт. Рост цикловой подачи топлива приводит к увеличению максимального давления сгорания  $P_{max}$  от 6,2 МПа до 8,9 МПа и максимальной температуры цикла  $T_{max}$  от 1500 К до 1940 К (рис. 2).

Изменение параметров рабочего процесса при испытании по внешней скоростной характеристике представлено на рис. 3, 4. Характер их протекания качественно хорошо согласуется с результатами испытаний дизелей подобного класса и общеизвестен из теории двигателей внутреннего сгорания [4, 5].

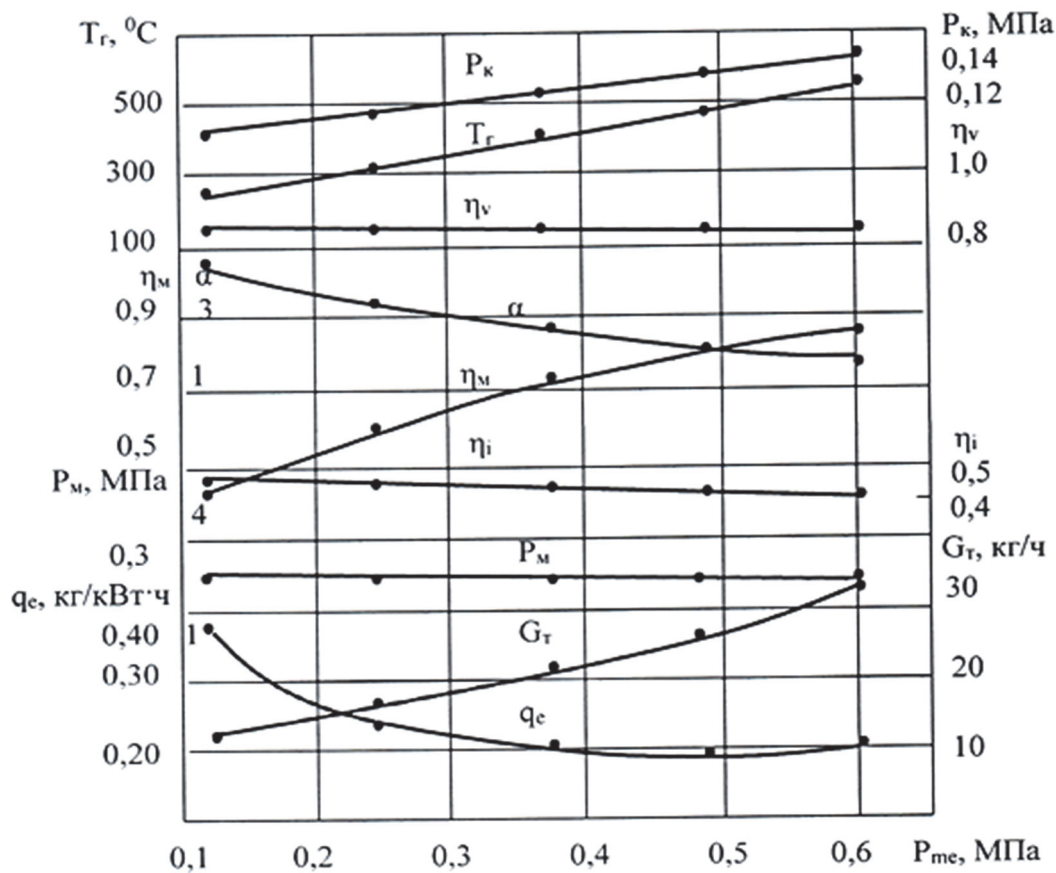


Рис. 1. Нагрузочная характеристика дизеля 8 ЧН 13/14,  $n=1700$  мин<sup>-1</sup>  
 Fig. 1. Power characteristics of diesel 8 CHN 13/14,  $n=1700$  min<sup>-1</sup>

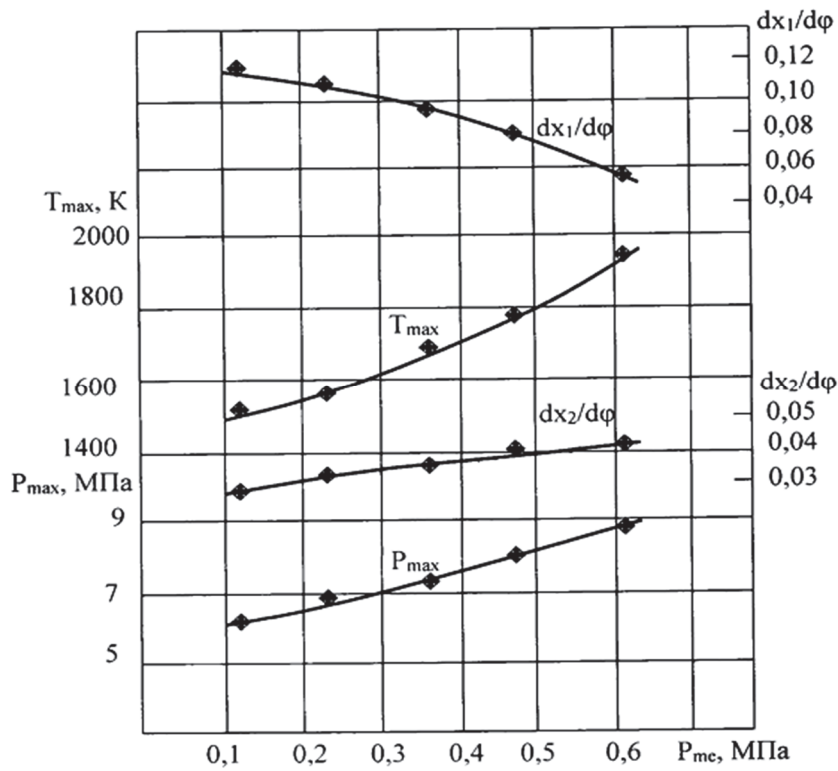


Рис. 2. Изменение параметров рабочего процесса дизеля 8 ЧН 13/14 при испытании по нагрузочной характеристике,  $n=1700 \text{ мин}^{-1}$

Fig. 2. Variation of parameters work process diesel 8 ChN 13/14 by experience from power of characteristics  $n=1700 \text{ min}^{-1}$

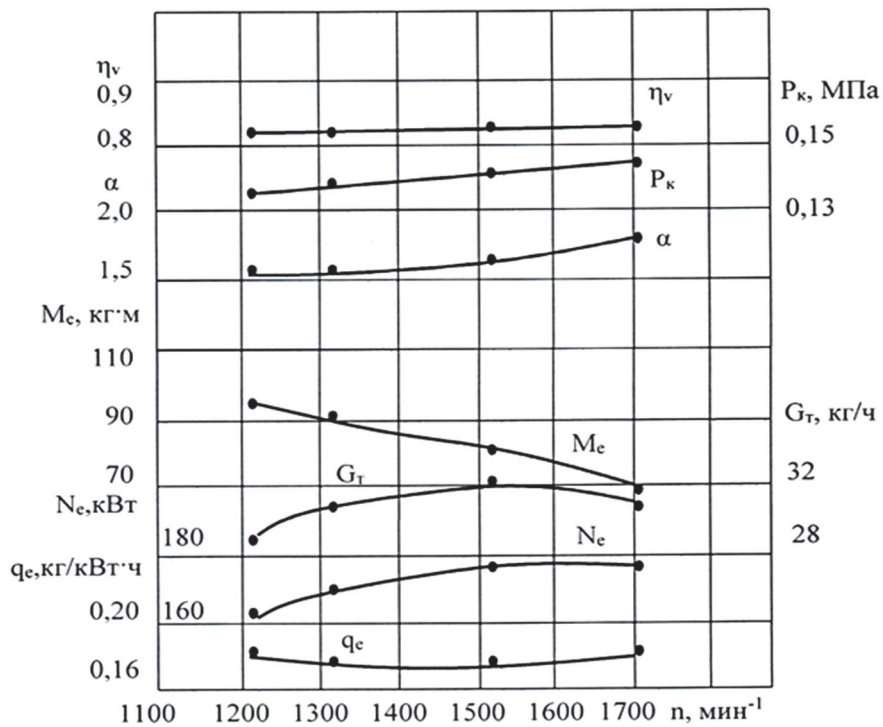


Рис. 3. Внешняя скоростная характеристика дизеля 8 ЧН 13/14

Fig. 3. External speed characteristics of diesel 8 ChN 13/14

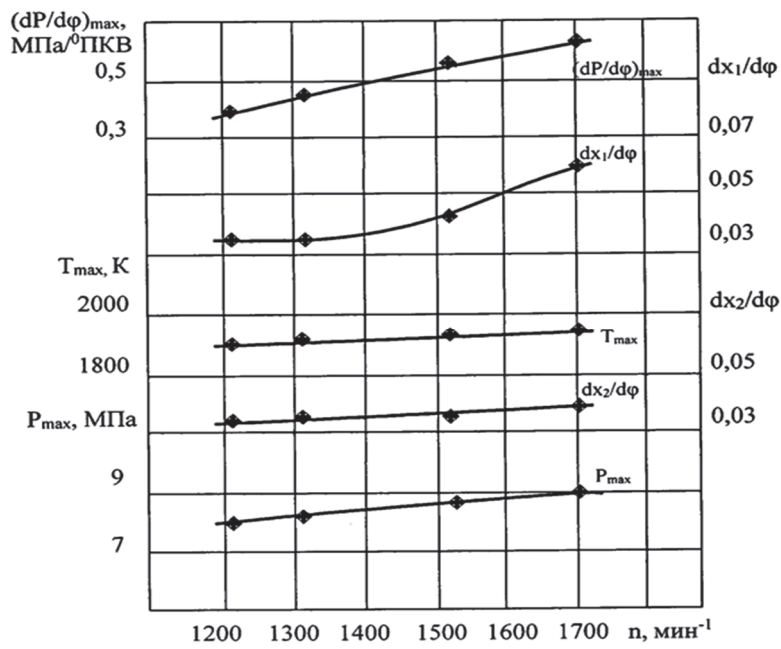


Рис. 4. Изменение параметров рабочего процесса дизеля 8 ЧН 13/14 по внешней скоростной характеристике  
 Fig. 4. Variation of parameters work process diesel 8 ChN 13/14 from external of speed characteristics

### Динамика тепловыделения в камере сгорания

Изменение характеристик динамики тепловыделения  $dx/d\phi$  с ростом нагрузки показано на рис. 5.

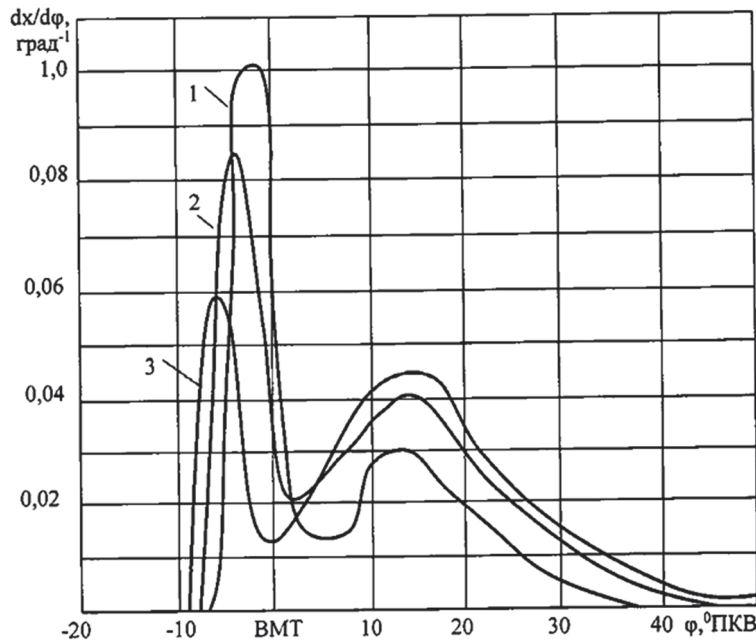


Рис. 5. Изменение динамики тепловыделения дизеля 8 ЧН 13/14 при испытании по нагрузочной характеристике: 1 –  $P_{me}=0,61$  МПа; 2 –  $P_{me}=0,49$  МПа; 3 –  $P_{me}=0,24$  МПа  
 Fig. 5. Variation of dynamics heat emission 8 ChN 13/14 by experience from power of characteristics: 1 –  $P_{me}=0,61$  МПа; 2 –  $P_{me}=0,49$  МПа; 3 –  $P_{me}=0,24$  МПа

Их протекание по углу ПКВ и перераспределение тепла в цикле объясняются условиями протекания процессов подачи, испарения и сгорания топлива, различных для соответствующих режимов. При увеличении нагрузки возрастание температуры реагирующих продуктов, количества и продолжительности подачи топлива в цикле вызывает:

1) сокращение периода задержки воспламенения (периода индукции), в результате чего уменьшается доля топлива, подготовленного к гомогенному сгоранию, что в свою очередь вызывает снижение количества выделяющейся теплоты и максимальной скорости тепловыделения на начальном участке  $dx_1/d\varphi$ ;

2) последующий этап диффузионного сгорания «сдвигается вправо» по углу ПКВ от ВМТ, увеличивается доля топлива, сгорающего по этому механизму, и  $dx_2/d\varphi$ .

Изменение параметров динамики тепловыделения при испытании по внешней скоростной характеристике представлено на рис. 6. На характер протекания этих процессов оказывают влияние многие факторы. С уменьшением частоты вращения коленчатого вала снижается весовое наполнение цилиндров воздухом. В то же время несколько возрастает цикловая подача топлива, увеличивается время, отводимое на подготовительные процессы испарения и смешения с воздухом доли топлива, впрыскиваемой за период задержки воспламенения. Вместе с тем в результате потери энергии воздушного заряда в конце такта сжатия ухудшаются условия для турбулентной диффузии, уменьшается дисперсность распыла топлива форсункой вследствие снижения скорости впрыска топлива в КС.

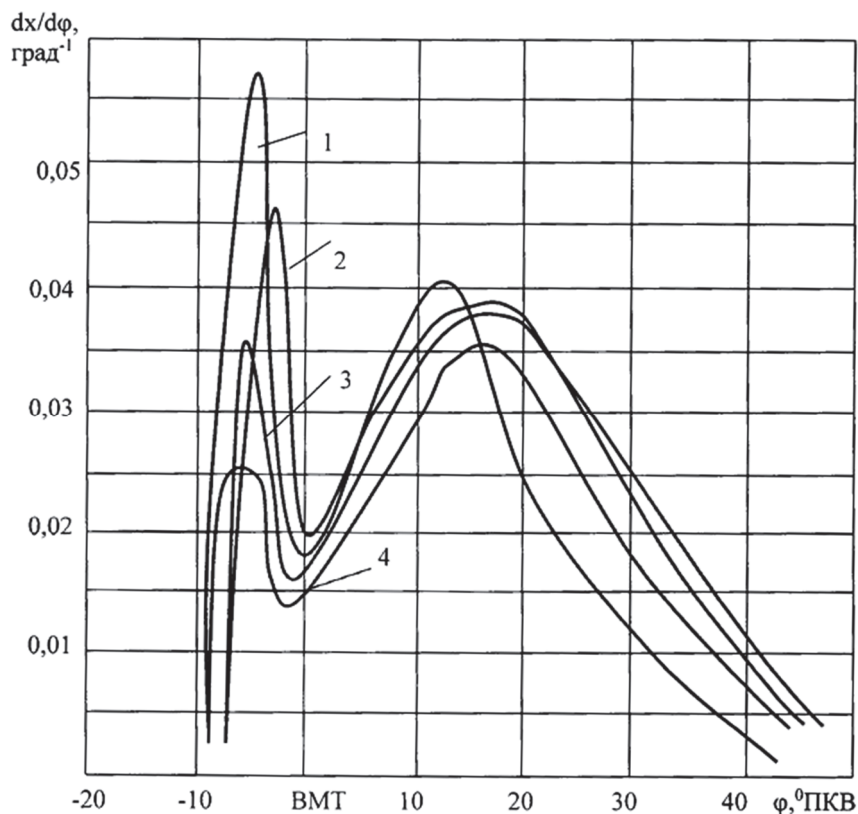


Рис. 6. Изменение динамики тепловыделения дизеля 8 ЧН 13/14 при испытании по внешней скоростной характеристике: 1 –  $n=1700 \text{ мин}^{-1}$ ; 2 –  $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ ; 3 –  $n=1300 \text{ мин}^{-1}$ ; 4 –  $n=1200 \text{ мин}^{-1}$

Fig. 6. Variation of dynamics heat emission of diesel 8 ChN 13/14 by experience from external of speed characteristics: 1 –  $n=1700 \text{ min}^{-1}$ ; 2 –  $n=1500 \text{ min}^{-1}$ ; 3 –  $n=1300 \text{ min}^{-1}$ ; 4 –  $n=1200 \text{ min}^{-1}$

В результате, несмотря на увеличение времени, отводимого на процессы испарения и смешения топлива с кислородом воздуха, ухудшаются физические условия для протекания этих процессов (уменьшение концентрации кислорода, понижение турбулентной диффузии, снижение дисперсности топливных капель), уменьшается доля топлива, подготовленного к сгоранию за период задержки воспламенения, а следовательно, уменьшается максимальная скорость тепловыделения на первом участке  $dx_1/d\varphi$ .

Некоторое увеличение цикловой подачи топлива при снижении суммарного коэффициента избытка воздуха  $\alpha$  по мере уменьшения частоты вращения коленчатого вала «сдвигают» процесс последующего диффузионного горения и догорания «вправо» от ВМТ по углу ПКВ. Этим объясняется характер изменения максимальной скорости тепловыделения на втором участке  $dx_2/d\varphi$  [6].

### Температура пламени в камере сгорания

Экспериментальные данные об изменении температуры пламени в КС дизеля 8 ЧН 13/14 в функции угла ПКВ при испытании по нагрузочной и внешней скоростным характеристикам получены с применением методики и контрольно-измерительного комплекса, описание в [6, 7], представлены на рис. 7 и 8. Анализ температурных условий в КС при увеличении нагрузки показывает, что индикаторная температура газов существенно повышается по абсолютным значениям на всем участке изменения в цикле.

В то же время увеличение температуры пламени происходит с меньшей интенсивностью. Так, при росте нагрузки от  $P_{me}=0,24$  до  $0,61$  МПа  $T_{max}$  возросла на 300 К, а температура пламени – лишь на 80 К. Отмеченное можно объяснить незначительным изменением локальных коэффициентов прямой и обратной диффузии горючего газа, кислорода воздуха и продуктов сгорания. Индикаторная же температура газов отражает результат одновременно протекающих во всем объеме КС процессов тепло- и массопереноса и изменяется пропорционально количеству выделяющегося при сгорании топлива теплоты.

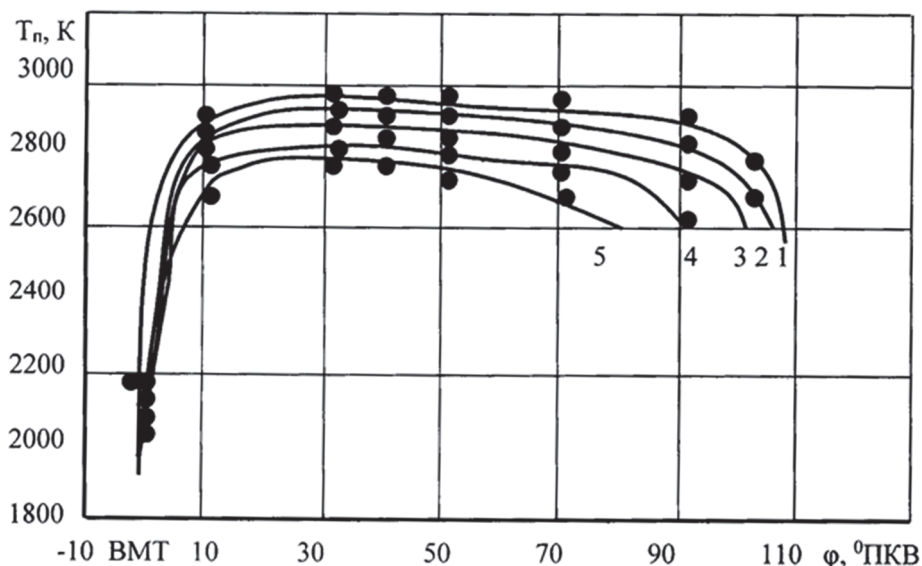


Рис. 7. Изменение температуры пламени в дизеле 8 ЧН 13/14 при испытании по нагрузочной характеристике,  $n=1700$  мин<sup>-1</sup>: 1 –  $P_{me}=0,61$  МПа; 2 –  $P_{me}=0,49$  МПа;

3 –  $P_{me}=0,36$  МПа; 4 –  $P_{me}=0,24$  МПа; 5 –  $P_{me}=0,12$  МПа

Fig. 7. Variation temperature flame in diesel 8 ChN 13/14 by experience from power characteristics,

$n=1700$  min<sup>-1</sup>: 1 –  $P_{me}=0,61$  МПа; 2 –  $P_{me}=0,49$  МПа;

3 –  $P_{me}=0,36$  МПа; 4 –  $P_{me}=0,24$  МПа; 5 –  $P_{me}=0,12$  МПа

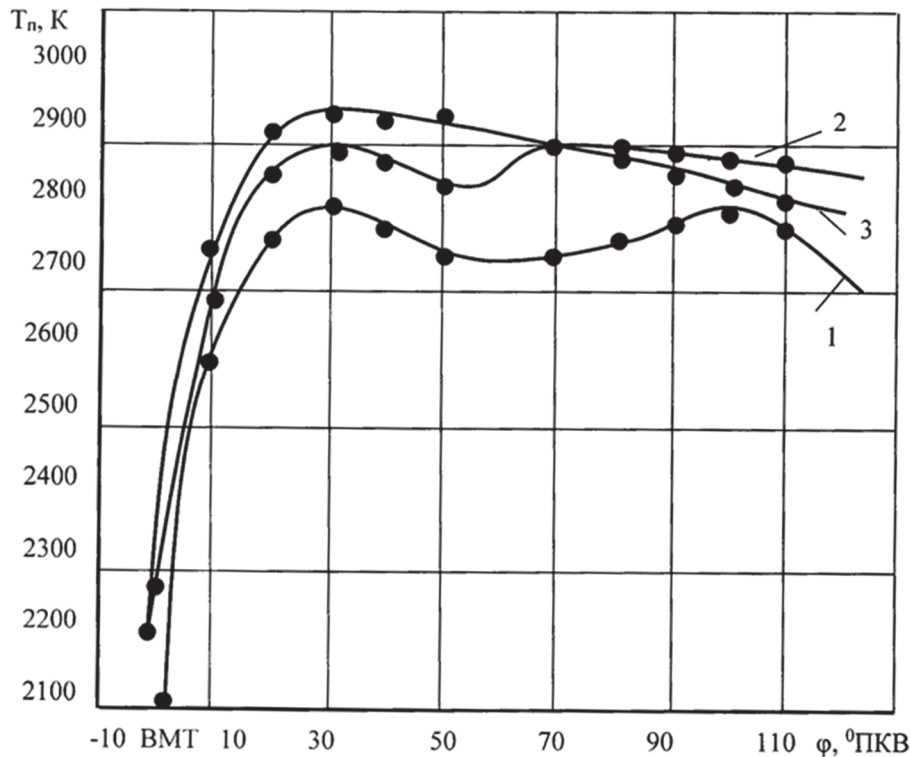


Рис. 8. Изменение температуры пламени в дизеле 8 ЧН 13/14 при испытании по внешней скоростной характеристике: 1 –  $n=1200 \text{ мин}^{-1}$ ; 2 –  $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ ; 3 –  $n=1700 \text{ мин}^{-1}$

Fig. 8. Variation of temperature flame in diesel 8 ChN 13/14 by experience of speed characteristics: 1 –  $n=1200 \text{ min}^{-1}$ ; 2 –  $n=1500 \text{ min}^{-1}$ ; 3 –  $n=1700 \text{ min}^{-1}$

В то же время увеличение температуры пламени происходит с меньшей интенсивностью. Так, при росте нагрузки от  $P_{me}=0,24$  до  $0,61 \text{ Мпа}$   $T_{max}$  возросла на  $300 \text{ К}$ , а температура пламени – лишь на  $80 \text{ К}$ . Отмеченное можно объяснить незначительным изменением локальных коэффициентов прямой и обратной диффузии горючего газа, кислорода воздуха и продуктов сгорания. Индикаторная же температура газов отражает результат одновременно протекающих во всем объеме КС процессов тепло- и массопереноса и изменяется пропорционально количеству выделяющегося при сгорании топлива теплоты.

Изменение температуры пламени по углу ПКВ при работе дизеля по нагрузочной характеристике, как показали экспериментальные исследования, аналогично таковому при испытании по внешней скоростной характеристике. На кривых  $T_n=f(\varphi)$  (см. рис. 7 и 8) можно выделить участок, в течение которого температура пламени остается примерно постоянной, продолжительность этого участка сокращается по мере уменьшения нагрузки. Температура пламени достигает своего максимального значения примерно в районе второго максимума динамики тепловыделения  $(dx/d\varphi)_{max2}$ . Некоторое уменьшение максимальной температуры пламени по мере снижения частоты вращения коленчатого вала дизеля можно объяснить увеличением затрат теплоты в очагах горения на нагрев сажистых частиц и их излучение.

В целом выполненные исследования по измерению температур пламени показали, что на стадии основного горения высокотемпературные очаги окислительных реакций, составляющие структуру дизельного пламени, занимают весь объем КС и в совокупности с продолжительным сохранением высоких значений температур в объеме КС в течение цикла ( $2400\text{--}2900 \text{ К}$ ) объясняют повышенное содержание оксидов азота в отработанных газах дизелей [8, 9].



## Заключение

Представленные в статье экспериментальные значения по параметрам рабочего процесса, динамике тепловыделения и температуры пламени в КС судового высокооборотного дизеля 8 ЧН 13/14 значительно дополняют базу данных, которая используется конструкторами и исследователями для верификации соответствующих СС. Это дает возможность существенно повысить качество проектирования и сократить сроки доводки новых моделей судовых высокооборотных дизелей.

## Список источников

1. Кавтарадзе Р.З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 720 с.
2. Чернышев Г.Д., Хачиян А.С., Пикус В.И. Рабочий процесс и теплонапряженность автомобильных дизелей. М.: Машиностроение, 1986. 216 с.
3. Семенов Б.Н., Павлов Е.П., Концев В.П. Рабочий процесс высокооборотных дизелей малой мощности. Л.: Машиностроение, 1990. 208 с.
4. Дьяченко Н.Х., Костин А.К., Пугачев Б.П. и др. Теория двигателей внутреннего сгорания. Л.: Машиностроение, 1974. 552 с.
5. Вырубов Д.Н., Иващенко Н.А., Ивин В.И. и др. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей. М.: Машиностроение, 1983. 372 с.
6. Руднев Б.И. Процессы локального теплообмена в камере сгорания дизелей. Владивосток: Дальнаука, 2000. 221 с.
7. Руднев Б.И., Поваляхина О.В. Контрольно-измерительный комплекс для исследования параметров рабочего процесса и радиационно-конвективного теплообмена в камере сгорания судового высокооборотного дизеля // Морские интеллектуальные технологии. 2022. № 2. Ч. 1. С. 73–78.
8. Смайлс В.И. Малотоксичные дизели. Л.: Машиностроение, 1972. 128 с.
9. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей. М.: Академический проект, 2004. 320 с.

## References

1. Kavtaradze R.Z. Theory of piston engines. Special chapters. Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2008. 720 p.
2. Chernyshev G.D., Khachiyan A.S., Pikus V.I. Workflow and thermal stress of automobile diesels. M.: Mechanical engineering, 1986. 216 p.
3. Semenov B.N., Pavlov E.P., Kontsev V.P. The working process of high-speed diesel engines of low power. L.: Mechanical engineering, 1990. 208 p.
4. Dyachenko N.H., Kostin A.K., Pugachev B.P., etc. Theory of internal combustion engines. L.: Mechanical Engineering, 1974. 552 p.
5. Vyubov D.N., Ivashchenko N.A., Ivin V.I. and others. Internal combustion engines: Theory of reciprocating and combined engines. Moscow: Mashinostroenie, 1983. 372 p.
6. Rudnev B.I. Processes of local heat exchange in the combustion chamber of diesel engines. Vladivostok: Dalnauka, 2000. 221 p.
7. Rudnev B.I., Povalikhina O.V. Control and measuring complex for studying the parameters of the working process and radiation-convective heat exchange in the combustion chamber of a marine high-speed diesel engine // Marine Intelligent Technologies. 2022. No. 2. Part 1. P. 73–78.
8. Smilis V.I. Low-toxic diesels. L.: Mechanical engineering, 1972. 128 p.
9. Kulchitsky A.R. Toxicity of automobile and tractor engines. M.: Academic project, 2004. 320 p.

### **Информация об авторах**

Б.И. Руднев – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры холодильной техники, кондиционирования и теплотехники, SPIN-код: 2797-1790, AuthorID: 423385;

О.В. Повалихина – доцент, доцент кафедры холодильной техники, кондиционирования и теплотехники, SPIN-код: 9956-1129, AuthorID: 875839.

### **Information about the authors**

B.I. Rudnev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Refrigeration, Air conditioning and Heat Engineering, SPIN-code: 2797-1790, AuthorID: 423385;

O.V. Povalichina – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Refrigeration, Air conditioning and Heat Engineering, SPIN-code: 9956-1129, AuthorID: 875839.

Статья поступила в редакцию 26.09.2023; одобрена после рецензирования 28.09.2023; принята к публикации 02.10.2023.

The article was submitted 26.09.2023; approved after reviewing 28.09.2023; accepted for publication 02.10.2023.



Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 120–127.

Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2023. Vol. 65, no 3. P. 120–127.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ  
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

Научная статья

УДК 621.431.74.016

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-14>

Температурное состояние деталей камеры сгорания  
судового высокооборотного дизеля

Борис Иванович Руднев<sup>1</sup>, Ольга Владимировна Повалихина<sup>2</sup>

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
Владивосток, Россия

<sup>1,2</sup> [povalichina@mail.ru](mailto:povalichina@mail.ru)

**Аннотация.** Представлены результаты экспериментального исследования температурного состояния деталей камеры сгорания судового высокооборотного дизеля 8 ЧН 13/14. Они дают конструкторам возможность на этапе проектирования новых моделей судовых дизелей более достоверно задавать граничные условия по тепловому состоянию деталей камеры сгорания при использовании метода конечных элементов.

**Ключевые слова:** судовой дизель, детали камеры сгорания, температурное состояние, граничные условия

**Для цитирования:** Руднев Б.И., Повалихина О.В. Температурное состояние деталей камеры сгорания судового высокооборотного дизеля // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 120–127.

MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-14>

Thermal condition of details combustion chamber of marine high speed diesel

Boris I. Rudnev<sup>1</sup>, Olga V. Povalikhina<sup>2</sup>

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

<sup>1,2</sup> [povalichina@mail.ru](mailto:povalichina@mail.ru)

**Abstract.** Results of experimental investigation of thermal condition of details combustion chamber of marine high speed diesel type 8ChN 13/14 are represented. They gave of designers possibility on during design of new models marine diesel more reliable task boundary conditions from thermal condition of details combustion chamber by use of finite element method.

**Keywords:** marine diesel, combustion chamber details, thermal condition, boundary conditions

**For citation:** Rudnev B.I., Povalikhina O.V. Thermal condition of details combustion chamber of marine high speed diesel. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):120–127. (in Russ).

### Введение

В настоящее время при проектировании судовых дизелей широко используются различные системы автоматизированного проектирования. Однако из основных частей процесса проектирования является оценка теплового и напряженно-деформированного состояния (НДС) деталей камеры сгорания (КС). Для этой цели в большинстве программных комплексов используется метод конечных элементов (МКЭ) в различных постановках, в том числе и в трехмерном представлении [1–3]. Однако, несмотря на достаточно высокий уровень современных программных комплексов, задание адекватных граничных условий особенно при оценке теплового состояния деталей КС вызывает большие трудности. При этом точность расчетных оценок теплового и НДС деталей КС в основном зависит от достоверности задания граничных условий. В связи с отмеченным значительно возрастает роль достоверных экспериментальных данных по температурному состоянию деталей КС, позволяющих выполнить верификацию соответствующих математических моделей, построенных на основе МКЭ, и в итоге повысить качество проектирования судовых дизелей. Целью настоящей статьи является представление и обсуждение результатов экспериментального исследования температурного состояния деталей КС судового высокооборотного дизеля типа 8 ЧН 13/14.

### Температурное состояние крышки цилиндра

Экспериментальные данные о температурном состоянии крышки цилиндра судового высокооборотного дизеля типа 8ЧН 13/14 получены при его испытании по нагрузочной и внешней скоростной характеристикам и представлены на рис. 1 и 2.

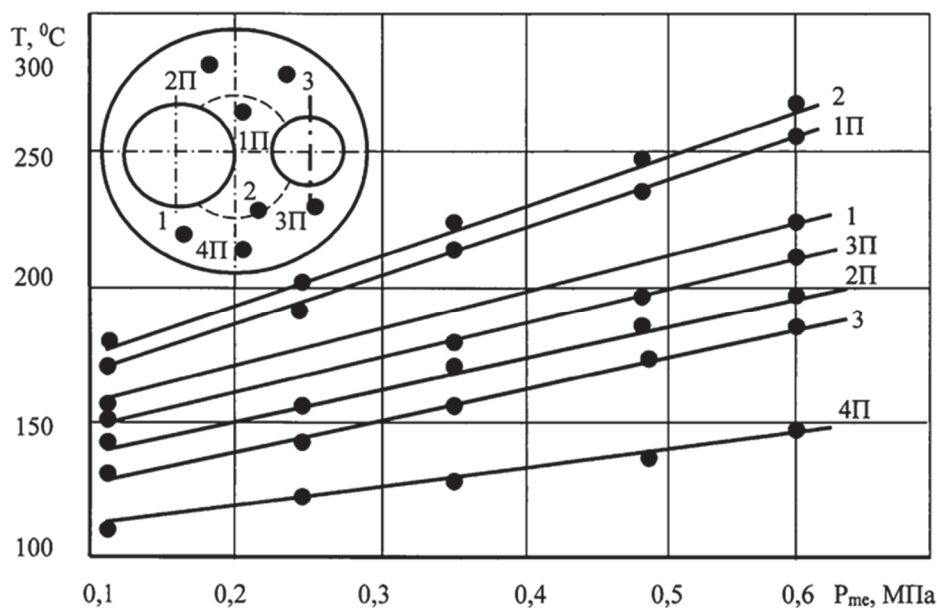


Рис. 1. Изменение температурного состояния крышки цилиндра дизеля 8 ЧН 13/14 при испытании по нагрузочной характеристике,  $n=1700 \text{ мин}^{-1}$

Fig. 1. Variation of thermal condition of cap cylinder diesel 8 CHN 13/14 by experience from power characteristics,  $n=1700 \text{ min}^{-1}$

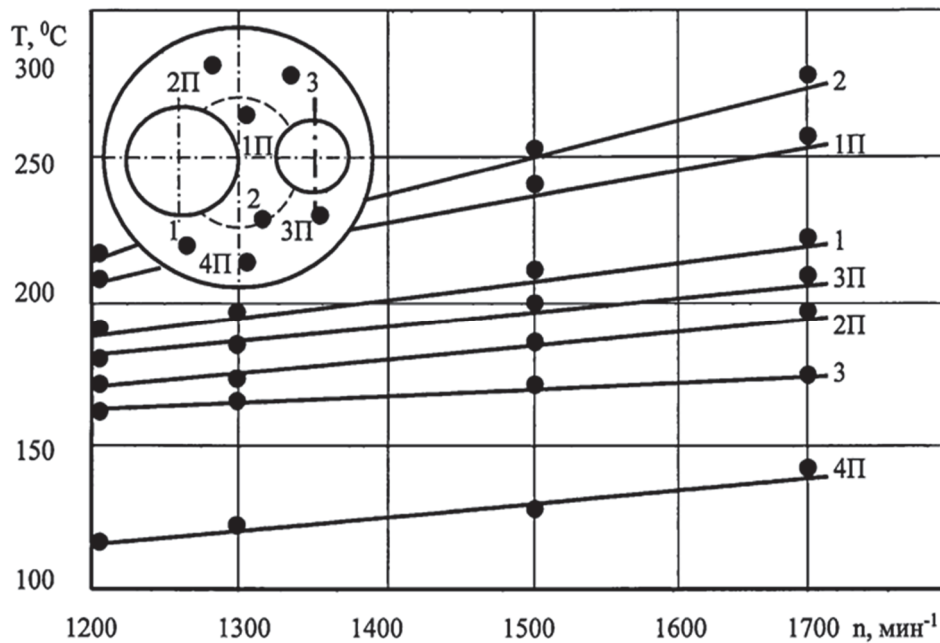


Рис. 2. Изменение температурного состояния крышки цилиндра дизеля 8 ЧН 13/14 при испытании по внешней скоростной характеристике  
 Fig. 2. Variation of thermal condition of cap cylinder diesel 8 ChN 13/14 by experience from external of speed characteristics.

Измерение температур проводилось в семи точках огневой поверхности крышки цилиндра, при этом в точках 1, 2 и 3 были установлены хромель-копелевые термопары, а в точках 1П–4П поверхностные железоникелевые термоприемники. Для проведения экспериментального исследования использовался контрольно-измерительный комплекс, подробно описанный авторами настоящей статьи в работе [4]. Следует отметить, что для регистрации в точках 1П–4П средней температуры поверхностные железоникелевые термоприемники переключались на потенциометр постоянного тока ПП-63.

Анализ показанных на рис. 1 и 2 экспериментальных данных позволяет утверждать, что температурное поле крышки цилиндра дизеля 8 ЧН 13/14 отличается большой неравномерностью. Наибольшие значения температуры зарегистрированы в центральной части крышки, в частности над камерой в поршне (точки 1П и 2). На режиме номинальной нагрузки  $P_{me}=0,61$  МПа и  $n=1700$  мин<sup>-1</sup> температуры в точках 2 и 1П равны 268 °С и 258 °С соответственно. Изменение нагрузки от  $P_{me}=0,12$  до 0,61 МПа вызывает рост температуры во всех точках крышки цилиндра, однако относительное изменение температуры для разных точек неодинаково. Наибольшее изменение температуры отмечается опять же в центральной части крышки цилиндра. Увеличение нагрузки в указанных выше пределах приводит к изменению температуры в точке 2 в 1,6 раза, в точке 1П – в 1,4 раза и в точке 4П – в 1,3 раза, т.е. с удалением от центра крышки цилиндров (точки 4П, 3П и 3) относительное изменение температуры с ростом  $P_{me}$  уменьшается. Такой характер изменений температурного состояния крышки цилиндров может быть объяснен особенностями протекания процесса сгорания в полуразделенной КС, которая установлена на дизеле 8ЧН 13/14, и ее конструктивным исполнением со стороны охлаждения. Действительно, при нахождении поршня в районе верхней мертвой точки (ВМТ): 5 градусов поворота коленчатого вала (ПКВ) до ВМТ, 35–40 градусов ПКВ после ВМТ, т.е. когда в цилиндре происходит интенсивное тепловыделение, периферийная часть крышки цилиндра в значительной степени закрыта буртом поршня. Ос-

новная часть факела топлива попадает на стенки КС, расположенной в поршне, здесь же происходит и сгорание основной части впрыснутого топлива, причем во время протекания отмеченных процессов поршень перемещается вниз к нижней мертвой точке (НМТ) еще на незначительную величину. В связи с этим теплообмен между центральной частью крышки цилиндров, расположенной над камерой в поршне, происходит со значительно большей интенсивностью, чем на периферии.

Картина изменения температур в крышке цилиндра в функции радиуса при испытании дизеля 8 ЧН 13/14 по нагрузочной и внешней скоростной характеристикам показана на рис. 3 и 4.

Температура крышки цилиндров уменьшается от центра к периферии, рост нагрузки или частоты вращения коленчатого вала вызывает лишь изменение абсолютных значений температур. Для всего ряда исследованных нагрузочных и скоростных режимов кривые  $T_{cp}=f(r)$  протекают практически идентично. В центральной части крышки цилиндра температура в среднем в 2–2,5 раза больше, чем на периферии.

### Температурное состояние втулки цилиндра

Измерение температур во втулке цилиндра производилось в трех точках в районе посадочного бурта с помощью хромель-копелевых термопар. Они были установлены, соответственно, на расстоянии 20, 35 и 55 мм от посадочного бурта. Горячий спай указанных термопар располагался в двух миллиметрах от огневой поверхности втулки цилиндра.

Изменение температурного состояния втулки цилиндра дизеля 8 ЧН 13/14 при испытании по нагрузочной и внешней скоростной характеристикам представлены на рис. 5 и 6.

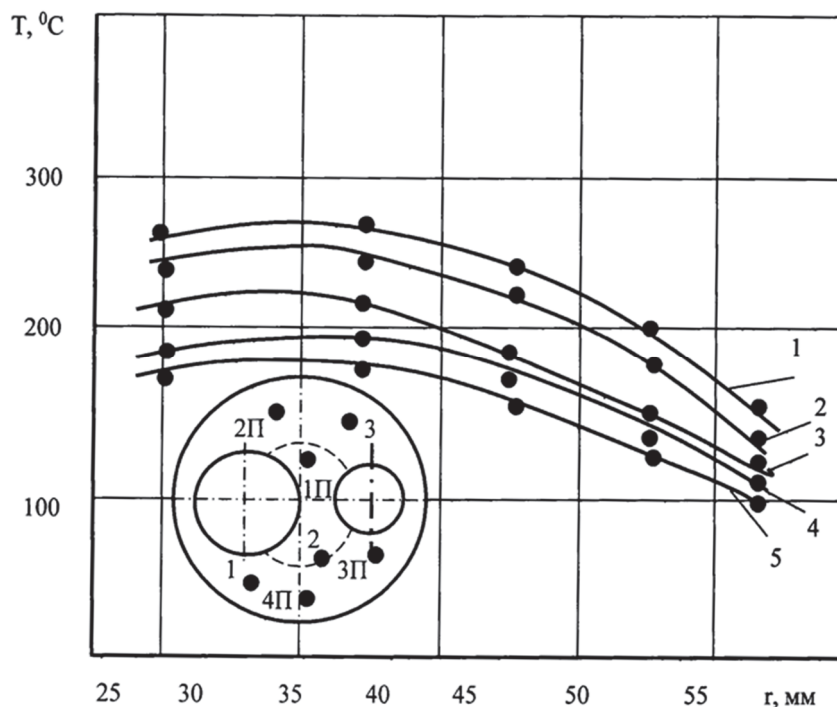


Рис. 3. Изменение температуры крышки цилиндра дизеля 8 ЧН 13/14 в функции радиуса при испытании по нагрузочной характеристике: 1 –  $P_{me}=0,61$  МПа; 2 –  $P_{me}=0,49$  МПа;

3 –  $P_{me}=0,36$  МПа; 4 –  $P_{me}=0,24$  МПа; 5 –  $P_{me}=0,12$  МПа

Fig. 3. Variation of temperature cap cylinder diesel 8 ChN 13/14 in function of radius by experience from power characteristics: 1 –  $P_{me}=0,61$  МПа; 2 –  $P_{me}=0,49$  МПа; 3 –  $P_{me}=0,36$  МПа;

4 –  $P_{me}=0,24$  МПа; 5 –  $P_{me}=0,12$  МПа

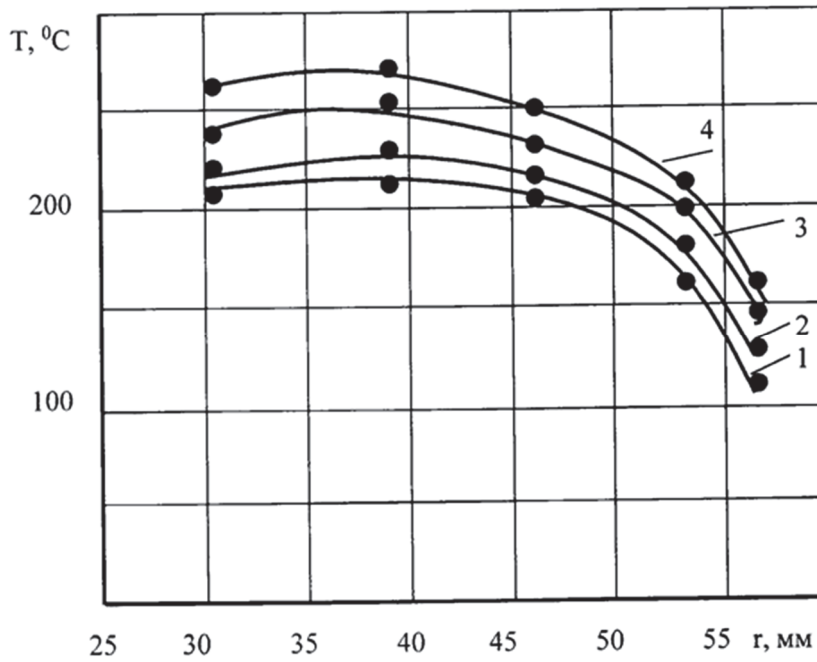


Рис. 4. Изменение температуры крышки цилиндра дизеля 8 ЧН 13/14 в функции радиуса при испытании по внешней скоростной характеристике:

1 –  $n=1200 \text{ мин}^{-1}$ ; 2 –  $n=1300 \text{ мин}^{-1}$ ; 3 –  $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ ; 4 –  $n=1700 \text{ мин}^{-1}$

Fig. 4. Variation of temperature cap cylinder diesel 8 ChN 13/14 in function of radius by experience from external of speed characteristics: 1 –  $n=1200 \text{ min}^{-1}$ ; 2 –  $n=1300 \text{ min}^{-1}$ ; 3 –  $n=1500 \text{ min}^{-1}$ ; 4 –  $n=1700 \text{ min}^{-1}$

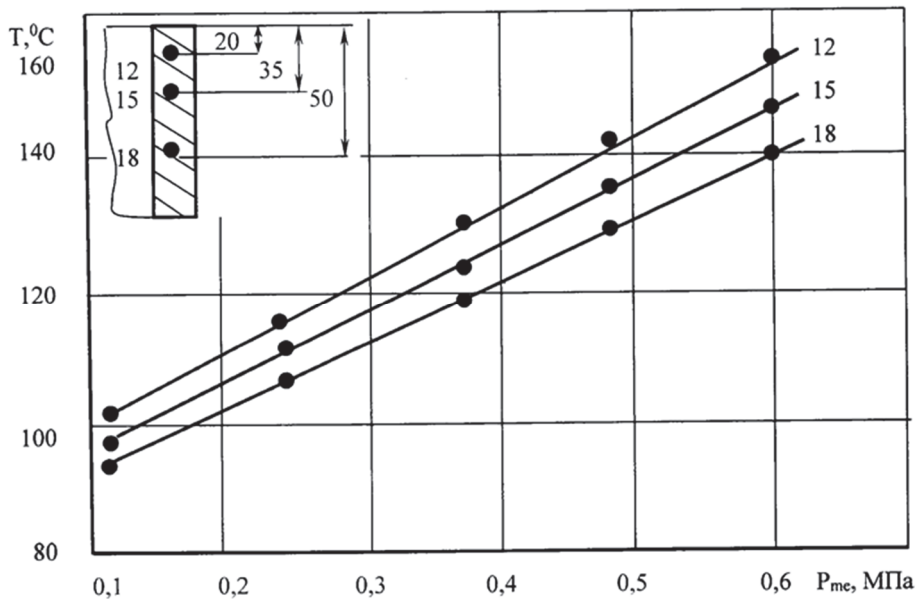


Рис. 5. Изменение температурного состояния втулки цилиндра дизеля 8 ЧН 13/14 при испытании по нагрузочной характеристике,  $n=1700 \text{ мин}^{-1}$

Fig. 5. Variation of thermal condition of bund cylinder diesel 8 ChN 13/14 by experience from power of characteristics,  $n=1700 \text{ min}^{-1}$

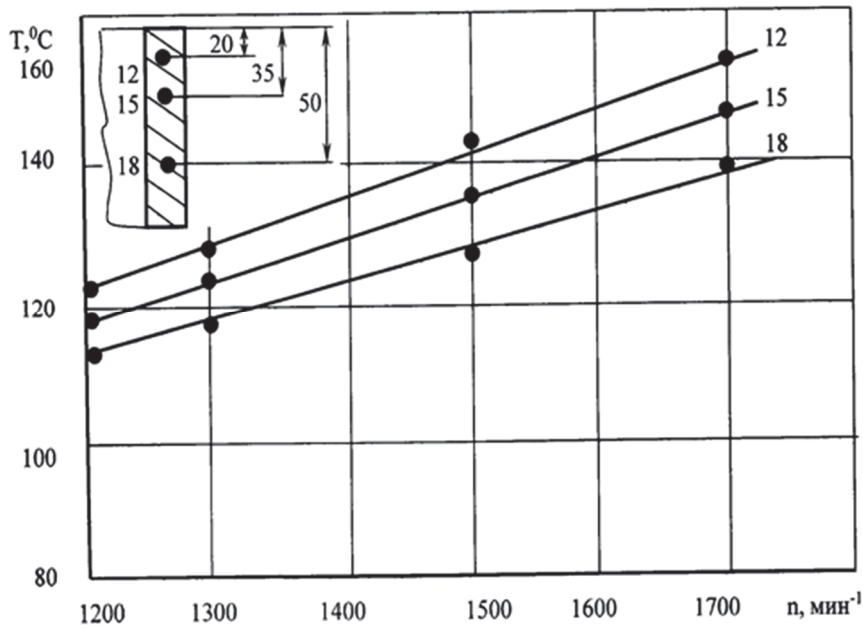


Рис. 6. Изменение температурного состояния втулки цилиндра дизеля 8 ЧН 13/14 при испытании по внешней скоростной характеристике

Fig. 6. Variation of thermal condition of bund cylinder diesel 8 ChN 13/14 by experience from external of speed characteristics

Для верхней части втулки цилиндра на расстоянии 20–50 мм от посадочного бурта на режиме  $P_{me}=0,61$  МПа и  $n=1700$   $\text{min}^{-1}$  температуры лежат в пределах 140–154  $^{\circ}\text{C}$ . Относительное изменение температуры в различных точках втулки цилиндров с ростом нагрузки имеет примерно одинаковый вид. Температурное состояние втулки цилиндров при изменении частоты вращения коленчатого вала имеет качественно такую же картину, как и в случае изменения нагрузки. С количественной точки зрения рост нагрузки вызывает более интенсивное увеличение температур во втулке цилиндров, чем при увеличении частоты вращения коленчатого вала (см. рис. 5 и 6). Отмеченное подтверждается и другими исследователями, выполнявшими эксперименты по определению температурного состояния деталей КС судового и транспортных дизелей [5–9].

### Заключение

Приведенные экспериментальные данные по температурному состоянию деталей КС дизеля 8 ЧН 13/14 показывают:

температурное поле крышки цилиндра указанного дизеля отличается большей неравномерностью. Максимум температур для исследованных режимов лежит в районе межклапанной перемычки и составляет 250–270  $^{\circ}\text{C}$ , что превышает температуру на периферии в 2–2,5 раза;

увеличение нагрузки и частоты вращения коленчатого вала вызывает примерно линейный рост температуры во всех исследованных точках крышки и втулки цилиндра. Увеличение в среднем составляет для крышки цилиндра 68–87  $^{\circ}\text{C}$ , для втулки цилиндра 30–32  $^{\circ}\text{C}$  в диапазоне изменения нагрузки от  $P_{me}=0,12$  до  $P_{me}=0,61$  МПа и частоты вращения коленчатого вала от  $n=1200$  до  $n=1700$   $\text{min}^{-1}$ .

Представленные в статье опытные данные существенно расширяют возможности конструкторов при оценке теплового и напряженно-деформированного состояния деталей КС на стадии проектирования новых моделей судовых высокооборотных дизелей в плане задания граничных условий по теплообмену при использовании метода конечных элементов [1].

### Список источников

1. Гаврюшин С.С., Барышникова О.О., Борискин О.Ф. Численный анализ элементов конструкций машин и приборов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 480 с.
2. Zienkiwicz O.C., Taylor R.L. The finite element method. 4 Edition. London, New York: Mc Graw Book Company, 1989. Vol. 1. 648 p.
3. Zienkiwicz O.C., Taylor R.L. The finite element method/ 4 Edition. London, New York: Mc Graw Book Company, 1991. Vol. 2. 807 p.
4. Руднев Б.И., Повалихина О.В. Контрольно-измерительный комплекс для исследования параметров рабочего процесса и радиационно-конвективного теплообмена в камере сгорания судового высокооборотного дизеля // Морские интеллектуальные технологии. 2022. № 2. Ч. 1. С. 73–78.
5. Синенко Н.П., Гринсберг Ф.Г., Половинкин И.Д. и др. Исследование и доводка тепло-возных двигателей. М.: Машиностроение, 1975. 184 с.
6. Крюков В.В., Будзинский В.В. Методы экспериментального исследования судовых малооборотных дизелей. Л.: Судостроение, 1971. 264 с.
7. Петриченко Р.М., Батулин С.А., Исаков Ю.Н. и др. Элементы системы автоматизированного проектирования ДВС. Л.: Машиностроение, 1990. 328 с.
8. Костин А.К., Пугачев Б.И., Кочинев Ю.Ю. Работа дизелей в условиях эксплуатации: справочник. Л.: Машиностроение, 1989. 284 с.
9. Кавтарадзе Р.З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 720 с.

### References

1. Gavryushin S.S., Baryshnikova O.O., Boriskin O.F. Numerical analysis of structural elements of machines and devices. Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2014. 480 p.
2. Zienkiwicz O.C., Taylor R.L. The finite element method. 4 Edition. London, New York: Mc Graw Book Company, 1989. Vol. 1. 648 p.
3. Zienkiwicz O.C., Taylor R.L. The finite element method/ 4 Edition. London, New York: Mc Graw Book Company, 1991. Vol. 2. 807 p.
4. Rudnev B.I., Povalikhina O.V. Control and measuring complex for studying the parameters of the working process and radiation-convective heat exchange in the combustion chamber of a marine high-speed diesel engine // Marine Intelligent Technologies. 2022. No. 2. Part 1. P. 73–78.
5. Sinenko N.P., Grinsberg F.G., Polovinkin I.D., etc. Research and development of diesel engines. Moscow: Mashinostroenie, 1975. 184 p.
6. Kryukov V.V., Budzinsky V.V. Methods of experimental research of ship low-speed diesel engines. L.: Shipbuilding, 1971. 264 p.
7. Petrichenko R.M., Baturin S.A., Isakov Yu.N. et al. Elements of the automated design system of the internal combustion engine. L.: Mechanical engineering, 1990. 328 p.
8. Kostin A.K., Pugachev B.I., Kochinev Yu.Yu. The work of diesels under operating conditions: Handbook. L.: Mechanical engineering, 1989. 284 p.
9. Kavtaradze R.Z. Theory of piston engines. Special chapters. Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2008. 720 p.

### Информация об авторах

Б.И. Руднев – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры холодильной техники, кондиционирования и теплотехники, SPIN-код: 2797-1790, AuthorID: 423385;

О.В. Повалихина – доцент, доцент кафедры холодильной техники, кондиционирования и теплотехники, SPIN-код: 9956-1129, AuthorID: 875839.

### **Information about the authors**

B.I. Rudnev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Refrigeration, Air conditioning and Heat Engineering, SPIN-code: 2797-1790, AuthorID: 423385.

O.V. Povalichina – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Refrigeration, Air conditioning and Heat Engineering, SPIN-code: 9956-1129, AuthorID: 875839.

Статья поступила в редакцию 02.10.2023; одобрена после рецензирования 04.10.2023; принята к публикации 05.10.2023.

The article was submitted 02.10.2023; approved after reviewing 04.10.2023; accepted for publication 05.10.2023.



## СВЕДЕНИЯ О ЖУРНАЛЕ

Научный журнал «Научные труды Дальрыбвтуза» издается с 1996 года.

Тематика статей, публикуемых в журнале, соответствует следующим отраслям науки:

2.5.20 – Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)

4.2.6 – Рыбное хозяйство, аквакультура и промышленное рыболовство

4.3.3 – Пищевые системы

4.3.5 – Биотехнологии продуктов питания и биологически активных веществ

В журнале публикуются научные статьи преподавателей, научных сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», а также ученых и преподавателей других образовательных и научных организаций Российской Федерации и зарубежных стран.

В одном номере журнала может быть опубликовано не более двух статей одного автора, в том числе в соавторстве.

Статьи в научном журнале «Научные труды Дальрыбвтуза» публикуются бесплатно.

Предлагаемая к публикации статья должна соответствовать научной тематике журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской научной общественности. Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы и содержать очевидный элемент создания нового знания.

При цитировании и копировании публикаций ссылка в журнал обязательна.

За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакция журнала в своей деятельности руководствуется положениями гл. 70 «Авторское право» Гражданского кодекса Российской Федерации и рекомендациями Международного комитета по публикационной этике (COPE) – <http://publicationethics.org/resources/flowcharts>.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и подрисуночные подписи) должен быть от 5 до 12 страниц; текст – в формате А4; наименование шрифта – Times New Roman; размер (кегель) шрифта – 12 пунктов; все поля должны быть 2 см, отступ (абзац) – 1 см, междустрочный интервал – одинарный.

Текст статьи набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Границы таблиц и рисунков должны соответствовать параметрам полей текста. Математические и химические формулы должны набираться одним объектом в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word кеглем 12.

Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате \*.jpg или \*.tiff. Подрисуночная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

В связи с тем, что электронные версии публикаций обрабатываются в специальных программах для размещения в различных электронных библиотечных системах, математические символы, формулы с надстрочными и подстрочными индексами и буквы греческого алфавита в заголовках статей, аннотациях и ключевых словах отображаются некорректно. Убедительная просьба избегать употребления таких символов в указанных частях публикации!

### **Требования к оформлению статьи приводятся в соответствии с ГОСТ Р 7.0.7–2021 «СТАТЬИ В ЖУРНАЛАХ И СБОРНИКАХ. Издательское оформление»:**

#### **1. Вверху по центру страницы прописными буквами указывается рубрика:**

- БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
- ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ
- РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО
- СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ (ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

**2. Тип статьи** – научная статья, обзорная статья, редакционная статья и т.д. указывают в начале статьи отдельной строкой слева.

#### **3. Индекс УДК (слева).**

**4. Список авторов** в формате: «Имя, отчество, фамилия» (полностью) набирается полужирным шрифтом. Если у статьи несколько авторов, то имена авторов приводят в принятой ими последовательности. Сведения о месте работы (учебы), электронные адреса, ORCID авторов указывают после имен авторов на разных строках и связывают с именами с помощью надстрочных цифровых обозначений<sup>1)</sup>. Если у авторов одно и то же место работы, учебы, то эти сведения приводят один раз. В случае, когда автор работает (учится) в нескольких организациях (учреждениях), сведения о каждом месте работы (учебы) указывают после имени автора на разных строках и связывают с именем с помощью надстрочных цифровых обозначений.

После списка авторов указываются следующие данные:

- полное название учреждения (место работы);
- город, страна;
- адрес электронной почты.

Наименование организации (учреждения), подразделения, где работает автор, приводится без обозначения организационно-правовой формы юридического лица (ФГБОУ ВО, ФГБУН, ОАО и т.д.).

**5. Заглавие статьи.** Название статьи должно быть кратким (10–12 слов). Заголовок набирают полужирными буквами по центру страницы. Первое слово заглавия статьи приводят с прописной буквы, остальные слова – со строчной буквы (кроме собственных имен, аббревиатур и т.д.). В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных. В конце заглавия точку не ставят

**6. Аннотация** (не менее 150–250 слов). Перед текстом необходимо поставить слово «аннотация» и выделить его полужирным курсивом.

**7. Ключевые слова** (словосочетания) должны соответствовать теме статьи и отражать ее предметную, терминологическую область. Не рекомендуется использовать обобщенные и многозначные слова, а также словосочетания, содержащие причастные обороты. Количество ключевых слов (словосочетаний) не должно быть меньше 3 и больше 15 слов (словосочетаний). Их приводят, предваряя словами «Ключевые слова», набранными полужирным курсивом, и отделяют друг от друга запятыми. После ключевых слов точку не ставят.

**8. Благодарности.** После ключевых слов при необходимости приводят слова благодарности организациям (учреждениям), научным руководителям и другим лицам, оказавшим помощь в подготовке статьи, сведения о грантах, финансировании подготовки и публикации статьи, проектах, научно-исследовательских работах, в рамках или по результатам которых опубликована статья.

**9. Знак охраны авторского права** приводят по ГОСТ Р 7.01 внизу первой полосы статьи с указанием фамилии и инициалов автора (-ов) или других правообладателей и года публикации статьи.

#### **НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ УКАЗЫВАЕТСЯ:**

**10. Рубрика** – по центру прописными буквами:

- BIOTECHNOLOGY OF FOOD AND BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES
- FOOD SYSTEMS
- FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING
- MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

**11. Тип статьи:** Original article

**12. Заглавие статьи** – по центру страницы полужирным шрифтом.

**13. Список авторов** в формате «Имя, инициал отчества с точкой, фамилия» (Ivan I. Ivanov)

После списка авторов указываются следующие данные:

- полное название учреждения / места работы (Far Eastern State Technical Fisheries University);
- город, страна (Vladivostok, Russia);
- адрес электронной почты.

**14. Аннотация** (первое слово *Abstract* набирается полужирным курсивом).

**15. Ключевые слова** (первое слово *Keywords* набирается полужирным курсивом).

**16. Благодарности** (первое слово *Acknowledgments* набирается полужирным курсивом).

**17. ТЕКСТ СТАТЬИ** обязательно должен содержать следующие разделы:

- Введение
- Объекты и методы исследований
- Результаты и их обсуждение
- Заключение

**18. Список источников.** Перечень затекстовых библиографических ссылок помещают после основного текста статьи с предшествующими словами «Список источников». В перечень библиографических ссылок включают записи только на ресурсы, которые упомянуты или цитируются в основном тексте статьи. Библиографическую запись составляют по ГОСТ Р 7.0.5. Библиографические записи в перечне затекстовых библиографических ссылок нумеруют и располагают в порядке цитирования источников в тексте статьи, номер источника указывается в тексте в квадратных скобках [1, 2, 3] после цитаты.

**19. Библиографический список** (при наличии) помещают после списка источников с предшествующими словами «Библиографический список». В него включают записи на ресурсы по теме статьи, на которые не даны ссылки, а также записи на произведения лиц, которым посвящена статья. Записи в библиографическом списке нумеруют и располагают в алфавитном или хронологическом порядке.

**20. Информация об авторе (авторах) / Information about the author (authors)** – дополнительные сведения об авторе приводят с предшествующими словами **Информация об авторе (авторах) / Information about the author (authors)** в конце статьи после Списка источников (библиографического списка) на русском и английском языках. Дополнительные сведения об авторе (авторах) могут содержать:

- полное имя, отчество и фамилия,
- ученая степень,

- ученое звание,
- должность (с наименованием организации и подразделения),
- почетное звание;
- членство в организациях и творческих / профессиональных союзах;
- другие, кроме ORCID, идентификационные номера авторов.

**21. Вклад авторов.** Сведения о вкладе каждого автора, если статья имеет несколько авторов, при необходимости приводится на русском и английском языках в конце статьи после «Информации об авторах». Этим сведениям предшествуют слова «Вклад авторов» (Contributions of the authors) – после фамилии и инициалов автора в краткой форме описывается его личный вклад в написание статьи (идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи, научное редактирование текста и т.д.)

**В редакцию предоставляются:**

1. Электронная версия статьи в программе MS Word 10 версии и выше в формате .docx на флэш-носителе или отправляется на электронный адрес редакции (nauch-tr@dgtru.ru). Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – Петров А.А.doc.

2. Распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии.

3. Сопроводительное письмо на имя главного редактора сборника на бланке направляющей организации о возможности опубликовать научную статью в сборнике, с подписью руководителя учреждения (заверенной печатью), в котором выполнена работа, или его заместителя (сотрудникам Дальрыбвтуза сопроводительное письмо не требуется).

4. Экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати, с гербовой печатью организации (скачать на сайте: <https://nauch-tr.dalrybvtuz.ru/> в разделе «Требования к оформлению статей»).

5. Авторское соглашение на публикацию статьи (скачать на сайте: <https://nauch-tr.dalrybvtuz.ru/> в разделе «Требования к оформлению статей»).

## ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

Научные труды Дальрыбвтуза. 2021. Т. 58, № 4. С. 5–8.

Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2021. Vol. 58, no 4. P. 5–8.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 123

### Чужеродные виды рыб залива Петра Великого

**Александр Александрович Иванов<sup>1</sup>, Иван Иванович Петров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

<sup>2</sup> Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Владивосток, Россия

<sup>1</sup> ivanov.aa@dgtru.ru ORCID: 0000-0000-000-000X

<sup>2</sup> petrovII@mail.ru ORCID: 0000-0000-000-000X

**Аннотация.** Приводится информация о времени проникновения чужеродных видов рыб в залив Петра Великого, их половом и возрастном составе. Установлено, что все чужеродные виды рыб акватории залива Петра Великого относятся к короткоцикловым, максимальный возраст не превышает 5 лет. Виды, проникшие в акваторию залива раньше, преимущественно имеют устоявшуюся половозрастную структуру с преобладанием самок или равнозначную, а виды, проникшие в водоем относительно недавно, отличаются преобладанием самцов.

**Ключевые слова:** гидробионты, чужеродные виды рыб, залив Петра Великого, популяционная структура

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING

Original article

### Alien species of fish in the Peter the Great Bay

**Aleksandr A. Ivanov<sup>1</sup>, Ivan I. Petrov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup> Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Vladivostok, Russia

<sup>1</sup> ivanov.aa@dgtru.ru ORCID: 0000-0000-000-000X

<sup>2</sup> petrovII@mail.ru ORCID: 0000-0000-000-000X

**Abstract.** The article presents data on the time of invasion of alien fish species into the Peter the Great Bay, their gender and age structure. It has been found out that all the alien fish species in Peter the Great Bay water area refer to short-cycle ones, their maximum age being no more than 5 years. The species that had invaded the water area earlier predominantly have a settled gender

and age structure with the domination of females or the equal correlation; and the species which invaded the water area later are marked by the domination of males.

**Keywords:** hydrobionts, alien fish species, Peter the Great Bay, population structure

## ТЕКСТ СТАТЬИ

### Список источников

1. Алеев Ф.Т., Семенов Д.Ю. Новые данные о нахождении рыб-вселенцев (Gobiidae, Pisces) в Ульяновском и Ундоровском плесах Куйбышевского водохранилища // Природа Симбирского Поволжья: сборник научных трудов. Ульяновск: Изд-во Средневолжского научного центра. 2003. Вып. 4. С. 96–99.

2. Понамарев, Н.М. Эпизоотологический мониторинг заболеваний рыб в озерах Алтайского края / Н.М. Понамарев, Н.В. Тихая // Вестник АГАУ. 2019. № 1(171). С. 132–135.

### Сведения об авторах

А.А. Иванов – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экологии Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, SPIN-cod: 0000-0000;

И.И. Петров – кандидат экономических наук, заведующий лабораторией океанических рыб Тихоокеанского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, AuthorID: 000000.

### Information about the authors

A.A. Ivanov Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Ecology of the Far Eastern State Technical Fisheries University, SPIN-cod: 0000-0000;

I.I. Petrov PhD in Economics, Head of the Oceanic Fish Laboratory of the Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, AuthorID: 000000.

© Иванов А.А., Петров И.И., 2023

*Научное электронное издание*

## **НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА**

*Научный журнал*

№ 3 2023

Том 65

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»

Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б; e-mail: [nauch-tr@dgtru.ru](mailto:nauch-tr@dgtru.ru)

Главный редактор – Ю.С. Ключков, доктор технических наук

Свидетельство о регистрации СМИ (сетевое издание) Эл. № ФС77-81684  
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 6 августа 2021 г.

Сайт: <http://nauch-tr.dalrybvtuz.ru>

Издание не подлежит маркировке в соответствии с гл. 3, ст. 11, п. 4 ФЗ № 436-ФЗ  
«О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»

Редактор Т.В. Ломакина  
Макет, обложка О.В. Нечипорук

Дата выхода в свет 13.10.2023.  
Формат 60x84/8.

Оригинал-макет подготовлен  
Центром публикационной деятельности  
«Издательство Дальрыбвтуза»  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б