



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

Том 62
4 | 2022

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА



ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА
И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ
УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

62



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

Том 62
4 | 2022

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

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

62

SCIENTIFIC JOURNAL OF THE FAR EASTERN
STATE TECHNICAL FISHERIES UNIVERSITY

Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. № 4 (т. 62)

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, кандидат экономических 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

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ	6
<i>Блинова А.Л., Демиденко Е.О., Петроченкова А.В.</i> Анализ факторов, влияющих на успех организации	6
<i>Блинова А.Л., Афанасьева П.В.</i> Система оценки рисков поверки средств измерений тепловых величин	12
<i>Глебова Е.В., Лаптева Е.П.</i> Тенденции развития международной стандартизации в области систем менеджмента	20
<i>Чернова А.В., Петроченкова А.В.</i> Современные методы определения контаминации молока афлатоксином М ₁	25
РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО	34
<i>Вялова О.Ю.</i> Оценка роста тихоокеанской устрицы при выращивании в садках разного типа	34
<i>Зверев Г.С., Гончарова Н.А., Кизабекова А.О.</i> НДС в рыбохозяйственном комплексе: специфика налоговых платежей	44
<i>Злобина А.С., Лескова С.Е.</i> Развитие личинок устрицы тихоокеанской <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793) при различных показателях температуры и солености воды	64
<i>Ларинова М.В., Лескова С.Е.</i> Развитие личинок дальневосточного трепанга <i>Apostichopus japonicus</i> (Selenka, 1867) при различных показателях температуры и солености воды	75
<i>Лисиенко С.В., Хмелева О.В.</i> Анализ распределения объемов добычи (вылова) минтая между пользователями в Южно-Курильской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2015–2021 гг.	85
<i>Пилипчук Д.А., Веренич Т.Н., Григорьева Ю.А.</i> Оценка нахождения гидродинамических коэффициентов с использованием вычислительной гидродинамики	94
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ (ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)	102
<i>Руднев Б.И., Повалихина О.В.</i> Эффективные потоки излучения и их влияние на параметры радиационного теплообмена в камере сгорания судового дизеля.....	102
<i>Руднев Б.И., Повалихина О.В.</i> Аппаратурное обеспечение измерительного комплекса для исследования параметров рабочего процесса и радиационно-конвективного теплообмена в камере сгорания судового дизеля.....	112
<i>Соловьёва Е.Е., Ганнесен В.В.</i> Тенденции аварийности морских судов	118

CONTENTS

FOOD SYSTEMS	6
<i>Blinova A.L., Demidenko E.O., Petrochenkova A.V.</i> Analysis the factors influencing the success of a company	6
<i>Blinova A.L., Afanasyeva P.V.</i> Risk assessment system for calibration of measuring instruments for thermal quantities	12
<i>Glebova E.V., Lapteva E.P.</i> Trends in the development of international standardization in the field management systems	20
<i>Chernova A.V., Petrochenkova A.V.</i> Modern methods for determining the contamination of milk with aflatoxin M ₁	25
FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING	34
<i>Vialova O.Y.</i> Growth evaluation of the Pacific oyster growing in different type cages	34
<i>Zverev G.S., Goncharova N.A., Kizabekova A.O.</i> Value added tax in the Fishing Industry: specific of tax payment	46
<i>Zlobina A.S., Leskova S.E.</i> Development of larvae of the Pacific oyster <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793) at different temperatures and water salinity	64
<i>Larikova M.V., Leskova S.E.</i> Development of larvae of the Far Eastern trepang <i>Apostichopus japonicus</i> (Selenka, 1867) at various indicators of temperature and salinity of water	75
<i>Lisienko S.V., Khmeleva O.V.</i> Analysis of the distribution of harvest (catch) pollock between users in the South Kuril zone of the Far Eastern fishery basin in the period 2015–2021	85
<i>Pilipchuk D.A., Verenich T.N., Grigorieva Y.A.</i> Estimation of finding hydrodynamic coefficients using computational fluid dynamics	94
MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)	104
<i>Rudnev B.I., Povalikhina O.V.</i> Effective radiative fluxes and their influence on parameters radiative heat transfer in marine diesel combustion chamber	104
<i>Rudnev B.I., Povalikhina O.V.</i> Apparatus securing measured of complex for the investigation of parameters of operation process and radiative convection heat transfer in the combustion chamber of marine diesel engine	112
<i>Soloveva E.E., Gannesen V.V.</i> Trends in the accident rate of marine vessels	118

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Обзорная статья

УДК 338.3.01

Анализ факторов, влияющих на успех организации

Анна Лобсановна Блинова¹, Елизавета Олеговна Демиденко², Анастасия Вячеславовна Петроченкова³

^{1, 2, 3} Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹ blinova.al@dgtru.ru

² deo28@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9448-7088>

³ nastya-petrochenkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0520-3045>

Аннотация. Рассматриваются основные факторы, влияющие на достижение успеха организации, компании, предприятия. Результаты проведенной исследовательской работы представлены в форме тематического исследования имеющихся информационных источников. В статье делается вывод о том, что от правильности ведения организационных процессов компании зависит ее дальнейший успех и устойчивое развитие в целом. Пренебрежение данным условием может привести к большим финансовым потерям, а впоследствии к банкротству предприятия. Для установления и изучения важных аспектов развития организации было проведено изучение ГОСТ Р ИСО 9004-2019 «Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации» на предмет выявления факторов, влияющих на успех организации и ее конкурентоспособность на рынке. Также осуществлено сравнение данного стандарта с его более ранней версией ГОСТ Р ИСО 9004-2010 «Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества» с целью выявления и сравнения существующих факторов устойчивого развития компании. На основе проведенного исследования были разработаны рекомендации по выявлению наиболее влияющих факторов на устойчивый успех организации.

Ключевые слова: факторы, успех организации, роль факторов в достижении успеха компании, менеджмент качества, достижение устойчивого успеха организации

Для цитирования: Блинова А.Л., Демиденко Е.О., Петроченкова А.В. Анализ факторов, влияющих на успех организации // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 6–11.

FOOD SYSTEMS

Review article

Analysis the factors influencing the success of a company

Anna L. Blinova¹, Elizaveta O. Demidenko², Anastasia V. Petrochenkova³

^{1, 2, 3} Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹ blinova.al@dgtru.ru

² deo28@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9448-7088>

³ nastya-petrochenkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0520-3045>

Abstract. The article discusses the main factors influencing the success of an organization, company, enterprise. The results of the research work were presented in the form of a case study of available information sources. The article concludes that the correctness of the company's organizational processes depends on its further success and sustainable development in general. Neglect of this condition can lead to large financial losses, and subsequently to the bankruptcy of the enterprise. To establish and study important aspects of the organization's development, a study of GOST R ISO 9004-2019 "Quality management. The quality of the organization. A guide to achieving the sustainable success of an organization" in order to identify factors affecting the success of an organization and its competitiveness in the market. The comparison of this standard with its earlier version GOST R ISO 9004-2010 "Management for achieving sustainable success of the organization. A quality management approach" in order to identify and compare existing factors of the company's sustainable development. Based on the conducted research, recommendations were developed to identify the most influencing factors for the sustainable success of the organization.

Keywords: factors, success of a company, role of factors to achieve sustained success, quality management, achieve sustained success of a company

For citation: Blinova A.V., Demidenko E.O., Petrochenkova A.V. Analysis the factors influencing the success of a company. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022; 62(4):6–11. (in Russ.).

Введение

В настоящее время, с учетом сложной эпидемиологической ситуации в стране, а также ухудшения отношений с зарубежными странами, каждой организации необходимо внимательно отслеживать как внешние, так и внутренние факторы, оказывающие влияние на дальнейшее развитие компании. Если организация будет пренебрегать существующими факторами, то может понести значительные убытки и приостановление дальнейшего развития.

Цель исследования – изучить факторы, влияющие на успех организации.

Задачи исследования:

1. Изучить факторы, представленные в ГОСТ Р ИСО 9004-2019 «Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации».

2. Провести анализ изученных факторов на предмет наибольшего влияния на успех организации.

3. Сравнить представленные факторы в ГОСТ Р ИСО 9004-2019 и ГОСТ Р ИСО 9004-2010.

4. Составить рекомендации по выявлению наиболее влияющих факторов на развитие организации.

Объект исследования – достижение устойчивого успеха организации.

Предмет исследования – факторы, влияющие на успех организации.

Результаты и их обсуждение

Организация считается эффективной, когда она достигает ожидаемого результата со стороны руководства. Эффективная организация приносит прибыль инвесторам, предлагает удовлетворительный сервис клиентам и обладает потенциалом для роста и развития. Такие организации способны пережить неблагоприятные времена благодаря своей способности адаптироваться к изменениям.

Существует множество факторов, которые определяют успешное проведение работ в организации. У каждой организации есть свои факторы успеха. Они бывают как внешними, так и внутренними.

В ГОСТ Р ИСО 9004-2019 «Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации» на основе требований, приведенных в стандарте ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь», представлено руководство по достижению устойчивого успеха организации. Данный стандарт может использоваться для любой организации в независимости от рода ее деятельности.

Согласно ГОСТ Р ИСО 9004-2019 существуют следующие факторы, которые определяют успешное выполнение работ в организации независимо от характера и формы бизнеса (табл. 1, 2) [1].

Таблица 1

Внешние факторы, влияющие на успех организации

Table 1

External factors affecting the success of an organization

Наименование фактора	Краткое пояснение
Законодательные и нормативные требования	Организации необходимо осуществлять свою деятельность с учетом существующих требованиях на выпускаемую продукцию, процессы производства и т.д.
Специфические для отрасли требования и соглашения	Организации необходимо, кроме общих законодательных и нормативных требований, отслеживать и осуществлять свою деятельность на основе существующих специфических требований
Конкуренция	Каждая компания должна осуществлять свою деятельность с учетом ведения деятельности конкурирующими организациями. Существующая конкуренция стимулирует компании на производство продукции наивысшего качества, а также разработку системы, способствующей повышению уровня самой организации
Глобализация	Любую деятельность необходимо глобализировать для того, чтобы выйти на новый уровень развития, а также получить возможность освоения зарубежных рынков сбыта. Глобализация способствует развитию материального, технического и иного уровня организации
Социальные, экономические, политические и культурные факторы	Необходимо учитывать спрос на продукцию или услугу потребителей, а также своевременно реагировать на существующие ошибки и исправлять их
Инновации и достижения в технике	Организации необходимо совершенствоваться и в техническом отношении. Возможно, что существующее инновационное оборудование будет способствовать оптимизации и дальнейшему развитию производства
Окружающая среда	Необходимо учитывать климатические и иные факторы, относящиеся к окружающему миру. В случае игнорирования данного фактора организация может понести масштабный ущерб

Таблица 2

Внутренние факторы, влияющие на успех организации

Table 2

Internal Factors Affecting the Success of an Organization

Наименование фактора	Краткое пояснение
1	2
Размер и сложность	Необходимо учитывать специфику (сложность) производственной деятельности на предприятии. Если игнорировать данный фактор, то организация может неправильно построить свою систему качества и понести большие убытки
Виды деятельности и соответствующие процессы	Необходимо учитывать осуществляемые виды деятельности на предприятии при возможном введении новых технологических процессов
Стратегия	Организации необходимо учитывать имеющуюся стратегию развития организации при осуществлении производственных процессов. Стратегия, которая рассказывает сотрудникам организации, почему они приходят на работу, над чем они работают и как это будет выглядеть и ощущаться, когда они достигнут данной стратегии
Типы продукции и услуг	Любая организация должна осуществлять свою деятельность с учетом используемого материала (его токсичность и т.д.)
Результаты деятельности	Организации необходимо оценивать и анализировать имеющиеся результаты деятельности на предмет случайных и иных ошибок, чтобы в дальнейшем не допускать их. Также данный фактор способствует общему развитию организации посредством анализа имеющегося опыта организации
Ресурсы	Компания должна учитывать имеющиеся ресурсы для производства продукции или оказания услуг и, если это необходимо, заниматься поиском новых поставщиков необходимых ресурсов с учетом имеющихся финансовых возможностей и специфики предприятия
Уровни компетентности и знания организации	Организации необходимо проводить небольшие тесты на признак выявления возможной некомпетентности персонала. Если данная проблема существует, то рекомендуется проводить обучение сотрудников. Развитие сотрудников может проявляться во многих формах обучения, оценки, образовательных программ и даже обратной связи. При правильном выполнении тренинг влияет на производительность сотрудников, что часто может способствовать росту как внутри работника, так и в самой организации
Зрелость	Компании необходимо принимать во внимание данный фактор для постепенно обретения контроля и улучшения процессов
Инновации	Любая организация должна быть открыта к внедрению новых инновационных процессов, что будет способствовать оперативному развитию организации

ГОСТ Р ИСО 9004-2010 предоставляет организациям методические указания, которые способствуют достижению устойчивого успеха компании. В данном стандарте не представлены внутренние и внешние факторы, влияющие на успех организации, однако представлена информация о том, что успеха можно достичь посредством способности компании отвечать потребностям своих потребителей или заказчиков. Для этого необходимо составлять долгосрочные планы на будущее, проводить постоянный мониторинг и анализ среды организации, выявлять заинтересованную аудиторию, а также вовлекать ее и информировать о планах организации, поддерживать осуществляемые в компании процессы в работоспособном состоянии, которые будут способствовать совершенствованию производственных циклов, и т.д. [2].

Заинтересованными сторонами организации могут являться потребители, владельцы или акционеры, сами работники организации, поставщики, партнеры, общество в целом, при этом у каждой стороны могут быть свои потребности, противоречащие потребностям другой стороны.

Деятельность организации должна осуществляться на основании подхода менеджмента качества, который включает принципы, определяющие основные процессы, способствующие эффективному развитию системы: ориентация на потребителя, взаимодействие людей, улучшение, процессный подход, лидерство, менеджмент взаимоотношения, принятие решений, основанных на свидетельствах.

Каждой организации для успешного развития необходимо определить, какие факторы оказывают наибольшее влияние на общее развитие компании. В результате выявления таких факторов высшему руководству необходимо определить, какие из рисков и возможностей подлежат немедленному осмотру, а также инициировать разработку, внедрение, осуществление и актуализацию необходимых производственных и иных процессов [3].

Заключение

Важнейшие факторы успеха вытекают из миссии и целей организации. Они определяют, что необходимо сделать, чтобы добиться успеха. Например, они могут включать в себя такие вещи, как:

- увеличение прибыли;
- повышение вовлеченности сотрудников;
- повышение экологичности производства.

Чтобы определить наиболее влияющие факторы для организации, следует провести следующие действия:

1. Изучить и проанализировать миссию и стратегию организации. Необходимо потратить некоторое время на то, чтобы ознакомиться с миссией и стратегией организации, а также определить, на каких задачах и ключевых приоритетах организация должна сосредоточиться прямо сейчас. Это будет способствовать в дальнейшем правильному построению процессов в организации.

2. Определить потенциальные факторы, на основе имеющихся стратегических целей. Возможно, для достижения каждой из стратегических целей необходимо выполнить ряд действий.

3. Оценить выявленные факторы. Необходимо определить только те, которые оказывают наибольшее влияние на достижение успеха, а также которые будут создавать трудности для успешного ведения делопроизводства в компании.

4. Расставить приоритеты по уменьшению влияния существующих факторов. Расставив приоритеты для потенциальных факторов, можно по-настоящему сосредоточиться на тех областях, в которых бизнес должен добиться успеха. Возможно обнаружение того, что некоторые факторы вообще не являются приоритетными, и в этом случае их можно вычеркнуть из списка.

5. Отслеживать получаемые результаты. Один из способов эффективного мониторинга и измерения прогресса – это установление ряда различных ключевых показателей эффективности для каждого из важнейших факторов успеха.

Также хорошей идеей будет внедрить системы мониторинга для отслеживания прогресса. Это может означать возложение ответственности за выполнение этой задачи на конкретное

лицо или отдел. Этот сотрудник будет отвечать за сбор данных и регулярный мониторинг прогресса организации в достижении конкретных ключевых показателей эффективности.

Организация успешного делопроизводства на предприятии – сложный и многозадачный процесс, требующий системного подхода. Благодаря информации, представленной в ГОСТ Р ИСО 9004-2019 «Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации», можно определить факторы, которые имеют свою актуальность для конкретного производства.

На основании выявленных факторов необходимо грамотно выстроить систему менеджмента качества на предприятии с целью предупреждения действий неблагоприятного будущего развития компании.

Список источников

1. ГОСТ Р ИСО 9004-2019. Менеджмент качества. Качество организации. Руководство по достижению устойчивого успеха организации. Введ. 20.08.2019. М.: Стандартиформ, 2019. 62 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9004-2010. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества. Введ. 22.10.2010. М.: Стандартиформ, 2011. 47 с.
3. Factors that Contribute to Successful Organizations [Электронный ресурс]. <https://www.mbaknol.com/management-concepts/factors-that-contribute-to-successful-organizations/> (дата обращения: 02.11.2022).

References

1. GOST R ISO 9004-2019. Quality management. The quality of the organization. A guide to achieving the sustainable success of an organization. Introduction. 20.08.2019. Moscow: Standartinform, 2019. 62 p.
2. GOST R ISO 9004-2010. Management to achieve the sustainable success of the organization. An approach based on quality management. Introduction. 22.10.2010. Moscow: Standartinform, 2011. 47 p.
3. Factors contributing to the success of the organization [Electronic resource]. <https://www.mbaknol.com/management-concepts/factors-that-contribute-to-successful-organizations/> (accessed: 02.11.2022).

Информация об авторах

А.Л. Блинова – старший преподаватель кафедры «Управление техническими системами»;
Е.О. Демиденко – студент;
А.В. Петроченкова – студент.

Information about the authors

A.L. Blinova – Senior Lecturer of the Department of Technical Systems Management;
E.O. Demidenko – Student;
A.V. Petrochenkova – Student.

Статья поступила в редакцию 17.11.2022, одобрена после рецензирования 24.11.2022, принята к публикации 02.12. 2022.

The article was submitted 17.11.2022, approved after reviewing 24.11.2022, accepted for publication 02.12. 2022.

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Обзорная статья

УДК 006.9

Система оценки рисков поверки средств измерений тепловых величин

Анна Лобсановна Блинова¹, Полина Валерьевна Афанасьева²

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹blinova.AL@dgtru.ru

²pridymay2003@mail.ru

Аннотация. Одной из форм подтверждения соответствия средств измерений является их поверка. Рассматривается система поверки средств измерений тепловых величин с точки зрения оценки возникающих при этой деятельности рисков. Описываются девять этапов процесса поверки средств измерений тепловых величин, определяются риски на каждом этапе, выявляются источники и последствия рисков, предлагаются меры воздействия на них.

Ключевые слова: СИ, поверка, тепловые величины, риск, оценка

Для цитирования: Блинова А.Л., Афанасьева П.В. Система оценки рисков поверки средств измерений тепловых величин // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 12–19.

FOOD SYSTEMS

Review article

Risk assessment system for calibration of measuring instruments for thermal quantities

Anna L. Blinova¹, Polina V. Afanasyeva²

^{1,2} Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹blinova.AL@dgtru.ru

²pridymay2003@mail.ru

Abstract. One of the forms of confirmation of conformity of measuring instruments is their verification. This article discusses the system of verification of measuring instruments of thermal quantities from the point of view of assessing the risks arising from this activity. Nine stages of the process of verification of measuring instruments of thermal quantities are described, risks are determined at each stage, sources and consequences of risks are identified, and measures to influence them are proposed.

Keywords: SI, verification, thermal values, risk, assessment

For citation: Blinova A.V., Afanasyeva P.V. Risk assessment system for calibration of measuring instruments for thermal quantities. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022; 62(4):12–19. (in Russ.)

Введение

В Российской Федерации требования к управлению возникающими в процессе любой деятельности рисковыми ситуациями изложены в ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» [1]. Этот документ является руководящим пособием для всех категорий и статусов, аккредитованных на поверку и калибровку средств измерений (далее – СИ), организаций.

Проблема управления рисками всегда была острой среди большинства предприятий, производящих продукцию или оказывающих услугу. Каждая вероятностная ситуация, которая может произойти с любым лицом, является риском. Поэтому данная тема не может обходить стороной такую сферу, как обеспечение единства измерений (далее – ОЕИ).

Все аккредитованные на поверку и калибровку организации согласно приказу Минэкономразвития №707 от 26 октября 2020 года, обязаны вести учёт рисков и организовывать деятельность, направленную на управление ними [2].

Цель исследования – оценить систему рисков, которая охватывает весь процесс поверки и калибровки СИ тепловых величин.

Задачи исследования:

1. Провести анализ процесса поверки СИ тепловых величин.
2. Построить карту процесса «Поверка СИ тепловых величин».
3. Оценить каждый риск процесса «Поверка СИ тепловых величин».
4. Разработать план мероприятий по воздействию на риски процесса «Поверка СИ тепловых величин».

Объект исследования – система оценки рисков процесса поверки СИ тепловых измерений.

Предмет исследования – способы оценки рисков процесса поверки СИ тепловых измерений.

Результаты и их обсуждение

Для оценки системы возникающих рисков ситуаций аккредитованным организациям необходимо использовать процессный подход. С помощью него для процесса поверки СИ тепловых величин можно выделить следующие элементы:

- взаимодействие с заказчиком;
- управление оборудованием;
- управление компетентностью персонала;
- управление документацией;
- проведение поверки или калибровки СИ;
- разработка улучшений действующей системы менеджмента качества (далее – СМК).

Главным процессом, вокруг которого возникают риски, является поверка СИ тепловых величин. Далее, для нахождения необходимых элементов для оценки риска и оказания мероприятий по его нивелированию необходимо построить карту исследуемого процесса (табл. 1).

Далее, для анализа рисков процесса поверки СИ были определены этапы этого процесса, установлены риски для каждого этапа с указанием их причин и последствий. Эта информация представлена в табл. 2.

Чтобы суметь организовать деятельность по управлению рисковыми ситуациями при поверке СИ тепловых величин, необходимо определить следующие составляющие структуры менеджмента рисков:

1. Определить область рисков ситуации.
2. Провести идентификацию риска.
3. Провести анализ и оценку рисков ситуации.
4. Предпринять действия по уменьшению негативного влияния риска.
5. Проанализировать оценку эффективности предпринятых предупреждающих действий.

Таблица 1

Карта процесса «Поверка СИ тепловых величин»

Table 1

Map of the process «SI verification of thermal values»

Наименование процесса:	Поверка СИ тепловых величин
Руководитель процесса:	начальник отдела поверки теплотехнических СИ
Владелец процесса:	поверитель
Цели процесса:	выполнение поверки средств измерений тепловых величин
Задачи процесса:	приёмка СИ, идентификация СИ, учёт СИ, поверка СИ, оформление результата поверки СИ, выдача свидетельства о поверке или извещения о непригодности СИ, хранение СИ
Входы процесса:	заявление на выполнение поверочных работ, паспорта и руководства по эксплуатации к предоставленным в поверку СИ, методики поверки (далее –МИ)
Выходы процесса:	поверенное СИ, протокол поверки, акт выполненных работ, свидетельство о поверке или извещение о непригодности
Критерии оценки результативности процесса:	соблюдение области и критериев аккредитации, соблюдение МИ, недопущение недостоверности результатов поверки

Таблица 2

Риски процесса «Поверка СИ тепловых величин»

Table 2

Risks of the «SI verification of thermal values» process

Этап процесса	Риски	Причины рисков	Последствия рисков
1	2	3	4
1. Аттестация персонала для подтверждения компетентности на право поверки СИ	Непрохождение аттестации	Отсутствие даты проведения аттестации; отсутствие профильного диплома по направлению «Стандартизация и метрология»; неверно заполненные оценочные листы и протокол аттестации членами аттестационной комиссии	Прекращение деятельности по поверке СИ; увольнение; перевод на нижестоящую должность
2. Составление плана нагрузки на отделы поверки, распространение планов-графиков на квартал по подразделениям	Неверное составление плана нагрузки на отделы поверки; невозможность выполнить квартальный план нагрузки отделами в срок	Некомпетентный персонал; отсутствие налаженного обмена информацией между отделами; отсутствие внутреннего контроля в подразделении	Несвоевременное предоставление СИ в поверку; перенос сроков поверки и изменение дат договоров с организациями; невозможность вовремя предоставить акт о проделанной работе и выдать заключение поверки

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
3. Проверка климатических условий поверки поверителем	Показания метеометра выходят за норму условий проведения поверки	Непогода; отсутствие кондиционеров или отопительных средств; вышедший из строя метеометр или его отсутствие	Невозможность проведения поверки; невыполнение квартального плана; неверное выполнение поверки; неопределенность погрешности измерений; порча поверяемых СИ клиентов и применяемых эталонов
4. Обеспечение поверителя необходимой для поверки документацией	Отсутствие актуализированных документов; отсутствие МИ на поверяемый прибор	Несвоевременная актуализация документов; недостаток финансов для приобретения НД; несвоевременное получение информации о новых НД и переходов документов в статус недействительных	Невозможность проведения поверки; проведение калибровки вместо поверки; срыв выполнения квартального плана; непопадание данных в Федеральный информационный фонд ОЕИ – ФГИС «АРШИН»
5. Внешний осмотр СИ	Несоответствие СИ требованиям документации к внешнему виду СИ; принятие в поверку СИ в неполном комплекте; принятие в поверку СИ, не занесённых в Госреестр СИ	Недостаточная квалификация персонала; отсутствие внутреннего контроля; недобросовестный заказчик	Невозможность проведения поверки СИ; недостовверные результаты поверки СИ; неверное заключение поверки
6. Проведение поверки СИ	Повреждение эталонов и поверяемых СИ; истёкший срок поверки эталонов; отклонение действий поверителя от МИ; отсутствие необходимых государственных стандартных образцов (ГСО)	Нарушение условий хранения и транспортировки СИ; несоблюдение климатических условий поверки; неосторожность поверителя; недостаточная квалификация персонала; отсутствие внутреннего контроля; отсутствие финансов на приобретение ГСО; отсутствие заменяющего оборудования	Возмещение ущерба заказчику; расторжение договора с заказчиком; покупка нового эталона или его ремонт; неверные результаты измерений; неисправный прибор; невыполнение квартального плана; неверные занесённые данные о результатах поверки во ФГИС «АРШИН»

Окончание табл. 2

1	2	3	4
7. Оформление результатов поверки СИ	Неверное заключение о результатах поверки СИ; несоответствующее оформление протоколов, свидетельств и извещений по результатам поверки; несвоевременная передача данных о поверке СИ во ФГИС «АРШИН»	Неверные результаты поверки; невыполнение квартального план-графика; потеря или износ именного клейма поверителя; отсутствие внутреннего контроля	Неисполнение заключённого с заказчиком договора в обговорённый срок; остановка работы на предприятии заказчика; денежные издержки; неправильные занесённые данные во ФГИС «АРШИН»; использование заказчиком неисправных средств измерений
8. Передача сведений о поверке в Федеральный информационный фонд ОЕИ – ФГИС «АРШИН»	Отсутствие данных о поверке СИ	Некомпетентность персонала; отсутствие сигнала в отделе или ремонтные работы; сбои в работе ФГИС «АРШИН»	Нарушение исполнения требований ФЗ №102 «Об обеспечении единства измерений» [3]
9. Выдача поверенных СИ заказчику	Потеря СИ в приёмке; подмена СИ заказчика при выдаче; поломка СИ при передаче заказчику	Некомпетентный персонал; неоснащённое место для хранения поверенных СИ; неаккуратность работников; отсутствие ведения журнала выдачи СИ; отсутствие базы данных о клиентах; неправильные условия хранения СИ	Негативное влияние на мнение об отделе, проводящем поверку, и организации в целом; возникновение рисков у клиента; финансовые издержки на возмещение ущерба заказчику и оборудование места хранения СИ

Областью риска для отдела поверки теплотехнических СИ является вся её область аккредитации.

Рисками в изучаемом процессе являются: непрохождение аттестации, неверное составление плана нагрузки на отделы поверки, невозможность выполнить квартальный план нагрузки отделами в срок, выход показаний метеометра за норму условий проведения поверки, отсутствие актуализированных документов, отсутствие МИ на поверяемый прибор, недействительный ГОСТ, несоответствие СИ требованиям документации к внешнему виду СИ, принятие в поверку СИ в неполном комплекте, принятие в поверку СИ, не занесённых в Госреестр, повреждение эталонов и поверяемых СИ, истёкший срок поверки эталонов, отклонение действий поверителя от МИ, отсутствие необходимых ГСО, неверное заключение о результатах поверки СИ, неверное оформление протоколов, свидетельств и извещений по результатам поверки, несвоевременная передача данных о поверке СИ во ФГИС «АРШИН», отсутствие данных о поверке СИ, потеря СИ в приёмке, подмена СИ заказчика при выдаче, поломка СИ при передаче заказчику.

Для правильной оценки рисков ранее была построена табл. 2, содержащая идентифицированные риски на всех этапах осуществления деятельности по поверке СИ.

Всего существует четыре категории уровней риска: критический уровень, высокий уровень, средний уровень и низкий уровень.

После идентификации риска для снижения его отрицательного влияния на процесс необходимо провести планирование и реализацию действий.

Для критических рисков меры должны приниматься безоговорочно и в ближайшие сроки, если риск высокого уровня, то проводится анализ финансов, необходимых для снижения риска. Для рисков среднего и низкого уровней предпринимают меры только в случае, если затраты на предупреждение рисков ситуаций гораздо меньше вероятностной выгоды организации.

Воздействием на идентифицированные ранее риски к изучаемому процессу может служить разработка плана, который должен включать в себя процедуры: аттестации персонала, приёмки и хранения СИ; организации поверки СИ, процедуры проведения поверки, оформления результатов поверки СИ и выдачу СИ заказчику.

План может включать в себя также описание причин возникновения рисков и варианты воздействия на возникшую рисковую ситуацию, а также описание риска и ответственного за реализацию предупреждающих действий (табл. 3).

Таблица 3

План воздействия на риски процесса «Поверка СИ тепловых величин»

Table 3

Risk impact plan of the process «Verification of SI thermal values»

Описание риска	Источник риска	Меры воздействия на риск	Руководитель
1	2	3	4
1. Уменьшение области аккредитации	Поломка эталона, не имеющего замены; непрошедший аттестацию незаменимый специалист; отсутствие возможности стабильно выполнять план нагрузки на квартал; отсутствие заменяющих документов у документов, прекративших своё действие	Покупка нового и резервного прибора; систематическое ежедневное обслуживание прибора; периодическое обучение персонала	Заместитель директора, главный экономист
2. Неверное проведение поверки или невозможность проведения поверки СИ	Несоблюдение климатических условий поверки; неосторожность поверителя; неквалифицированный персонал; отсутствие внутреннего контроля; отсутствие финансов на приобретение ГСО; отсутствие заменяющего оборудование	Курсы повышения квалификации поверителей; наставничество; периодическая аттестация персонала; выделение финансов на приобретение необходимого основного и вспомогательного оборудования для поверки	Директор, заместитель директора, отдел кадров, главный экономист

Окончание табл. 3

1	2	3	4
3. Текучесть кадров	Снижение заработной платы; отсутствие обучения; выход на пенсию, беременность; несоблюдение условий труда; большая квартальная нагрузка на отдел; отсутствие необходимого оборудования и МИ; отсутствие оборудованного рабочего места	Квартальные премии и льготы; повышение заработной платы; заключение договоров с обучающими организациями; уменьшение квартального плана; привлечение молодых специалистов; аренда новых помещений или ремонт имеющихся	Директор, заместитель директора, начальник отдела обеспечения, юристконсульт, главный бухгалтер

Заключение

Таким образом, для обеспечения точности и достоверности результатов измерений физических величин необходимо предприятиям и организациям применять только поверенные СИ, если эти измерения относятся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Деятельность по проверке СИ тепловых величин сопровождается большим числом рисков. Для их ликвидации или уменьшения аккредитованным метрологическим службам необходимо разрабатывать систему оценки рисков, а по результатам оценки проводить анализ несоответствий и выполнять корректирующие действия.

Оценку эффективности действий, направленных на предупреждение рисков ситуации, необходимо включать в ежегодный план актуализации действующей СМК в организации, пересматривать перечень рисков при проверке СИ, обновлять план предупреждающих рисков ситуации действий.

Список источников

1. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» [Электронный ресурс]. URL: [hhttps://docs.cntd.ru/document/1200170125](https://docs.cntd.ru/document/1200170125) (дата обращения: 20.11.2022).
2. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 26 октября 2020 г. N 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации» [Электронный ресурс]. URL: <https://fsa.gov.ru/documents/11845/> (дата обращения: 20.11.2022).
3. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 N 102-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/ (дата обращения: 20.11.2022).

References

1. GOST R ISO 31000-2019 "Risk management. Principles and guidelines" [Electronic resource]. URL: [hhttps://docs.cntd.ru/document/1200170125](https://docs.cntd.ru/document/1200170125) (accessed: 11/20/2022).
2. Order of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation of October 26, 2020 N 707 "On approval of accreditation criteria and a list of documents confirming the appli-

cant's, accredited person's compliance with the accreditation criteria" [Electronic resource]. URL: <https://fsa.gov.ru/documents/11845/> (accessed: 11/20/2022).

3. Federal Law "On ensuring the uniformity of measurements" dated 26.06.2008 N 102-FZ (latest edition) [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/ (accessed: 11/20/2022).

Информация об авторах

А.Л. Блинова – старший преподаватель кафедры «Управление техническими системами»;
П.В. Афанасьева – студент.

Information about the authors

A.L. Blinova – Senior Lecturer of the Department of Technical Systems Management;
P.V. Afanasyeva – Student.

Статья поступила в редакцию 28.11.2022, одобрена после рецензирования 08.12.2022, принята к публикации 09.12.2022.

The article was submitted 28.11.2022, approved after reviewing 08.12.2022, accepted for publication 09.12.2022.

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Обзорная статья

УДК 658

Тенденции развития международной стандартизации в области систем менеджмента

Елена Велориевна Глебова¹, Евгения Петровна Лаптева²

^{1, 2}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹Glebova.ev@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4366-3819>

²Lapteva.ep@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5360-5594>

Аннотация. Рассматриваются международные стандарты на системы менеджмента, которые устанавливают требования к различным аспектам деятельности предприятия. Интеграция требований международных стандартов в интегрированную систему менеджмента позволит организации минимизировать риски возникновения несоответствий по разным направлениям своей деятельности.

Ключевые слова: международные стандарты, технический комитет, менеджмент, качество, требование, интегрированная система менеджмента, ИСО

Для цитирования: Глебова Е.В., Лаптева Е.П. Тенденции развития международной стандартизации в области систем менеджмента // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 20–24.

FOOD SYSTEMS

Review article

Trends in the development of international standardization in the field management systems

Elena V. Glebova¹, Evgenia P. Lapteva²

^{1, 2}Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹Glebova.ev@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4366-3819>

²Lapteva.ep@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5360-5594>

Abstract. The article discusses international standards for management systems that establish requirements for various aspects of the enterprise's activities, the integration of the requirements of international standards into an integrated management system will allow the organization to minimize the risks of inconsistencies in various areas of its activities.

Keywords: international standards, technical committee, management, quality, requirement, management system integration, ISO

For citation: Glebova E.V., Lapteva E.P. Trends in the development of international standardization in the field management systems. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022;62(4):20–24. (in Russ.).

Традиционно с каждым годом растет количество международных стандартов, и как следствие происходит расширение нормативной базы, потенциально используемой при разработке интегрированных систем менеджмента (далее ИСМ). Как правило, разработкой международных стандартов в области менеджмента занимаются международные технические комитеты по стандартизации (далее ISO/ТК).

Техническими комитетами ИСО разрабатывается большое количество международных стандартов в области менеджмента, что остро ставит проблему необходимости постоянного информирования потенциальных пользователей о вновь разрабатываемых международных стандартах с целью их использования в своей практической деятельности как самостоятельно, так и для их интеграции в единую систему менеджмента (ИСМ). Основные международные стандарты и новинки, появившиеся на рынке стандартизации, представлены в таблице [1].

Международные стандарты в области систем менеджмента

International standards in the field of management systems

№ п/п	Название
1	Менеджмент качества (ISO 9001)
2	Менеджмент знаний (ISO 30401)
3	Экологический менеджмент (ISO 14001)
4	Менеджмент записей (ISO 30301)
5	Менеджмент активов (ISO 55001)
6	Энергетический менеджмент (ISO 50001)
7	Менеджмент непрерывности бизнеса (ISO 22301)
8	Менеджмент охраны здоровья и безопасности труда (ISO 45001)
9	Менеджмент безопасности дорожного движения (ISO 39001)
10	Менеджмент информационной безопасности (ISO/IEC 27001)
11	Менеджмент объектов недвижимости (ISO 41001)
12	Менеджмент безопасности цели поставок (ISO 28001)
13	Менеджмент противодействия коррупции (ISO 37001)
14	Менеджмент в области искусственного интеллекта (ISO/IEC DIS 42001)
15	Менеджмент взаимоотношений (ISO 44001)
16	Комплаенс-менеджмент (ISO 37301)
17	Инновационный менеджмент (ISO 56000)
18	Менеджмент человеческих ресурсов ISO (30405)

Анализируя стандарты, представленные в таблице, следует отметить, что все эти стандарты являются пригодными для проведения аудита, что позволят проводить сертификацию на подтверждение изложенных в них требований, а также проводить внутренние и внешние аудиты.

В последнее время многими субъектами хозяйственной деятельности активно и достаточно успешно применяются стандарты ISO серия 9000, если же организация имеет желание рассматривать вопрос менеджмента шире требований, изложенных в стандарте ISO 9001, то интеграция международных стандартов, представленных в таблице, в ИСМ позволит органи-

зации добиться снижения рисков своей деятельности по абсолютно разным направлениям, таким как: управление персоналом и использование для этой цели процессного подхода; соответствие не только внутренним требованиям, но и внешним обязательным требованиям; управление внешней и внутренней документацией; установление фактов коррупции и мошенничества и т.д.

В 2022 г. ISO/TK 176 «Менеджмент качества и обеспечение качества» были представлены новинки в области менеджмента качества. Развитие международной стандартизации в области менеджмента качества представлено на рис. 1.

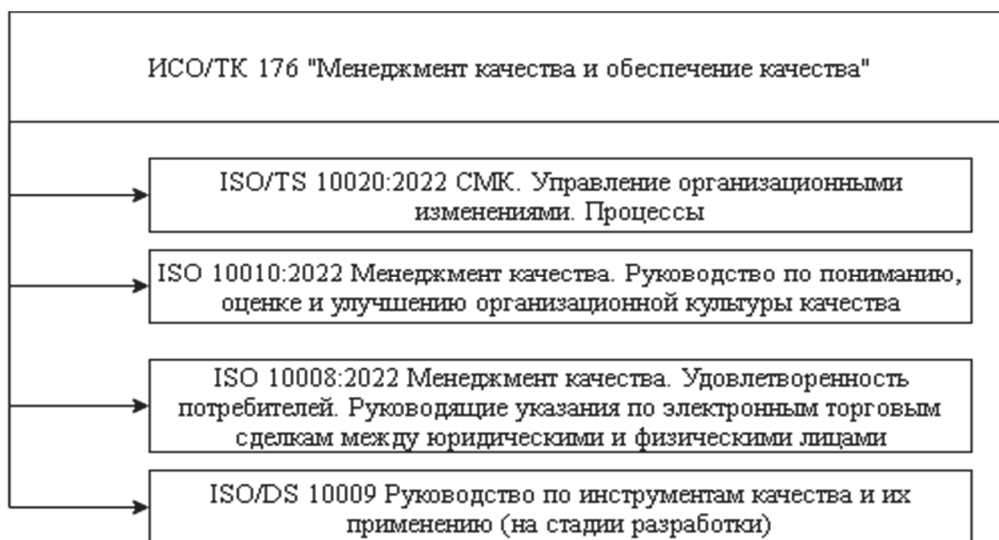


Рис. 1. Развитие международной стандартизации в области менеджмента качества
 Fig. 1. Development of international standardization in the field quality management

Как мы видим, ТК 176 активно разрабатывает стандарты ISO серии 10000. В частности, следует отметить стандарт на управление организационными изменениями, данный документ является достаточно важным, так как организация должна управлять любыми изменениями исходя из следующей точки зрения: изменения могут влиять на ход процессов и их результаты. Несомненно, стандарт ISO/TS 10020:2022, несмотря на то, что разработан совсем недавно, уже стал достаточно популярным среди специалистов.

Разработанный стандарт ISO/TS 10010:2022 «Менеджмент качества. Руководство по пониманию и оценке и улучшению организационной структуры качества» является документом, который позволяет в большей степени направить внимание на среду, в которой организация работает с точки зрения вовлечения персонала в процесс, что, несомненно, поможет развитию культуры качества в организации.

Большой интерес вызывает стандарт ISO/DIS 7101 «Стандарт на системы менеджмента качества в области здравоохранения», следует отметить, что специалисты медицинской отрасли активно применяют стандарт ISO 9001, но стандарт ISO/DIS 7101 содержит более повышенные требования. Структурированные требования ISO/DIS 7101 и разработка новых стандартов в области здравоохранения представлены на рис. 2.

Также хочется отметить развитие семейства стандартов безопасности и устойчивости, основные новинки международных стандартов в этой области представлены на рис. 3.

Организации, которые давно используют стандарт ISO/IEC 27001:2005 «Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Системы управления информационной безопасностью» в области информационной безопасности, могут обратить свое внимание на его новую версию и ряд стандартов, представленных на рис. 3.

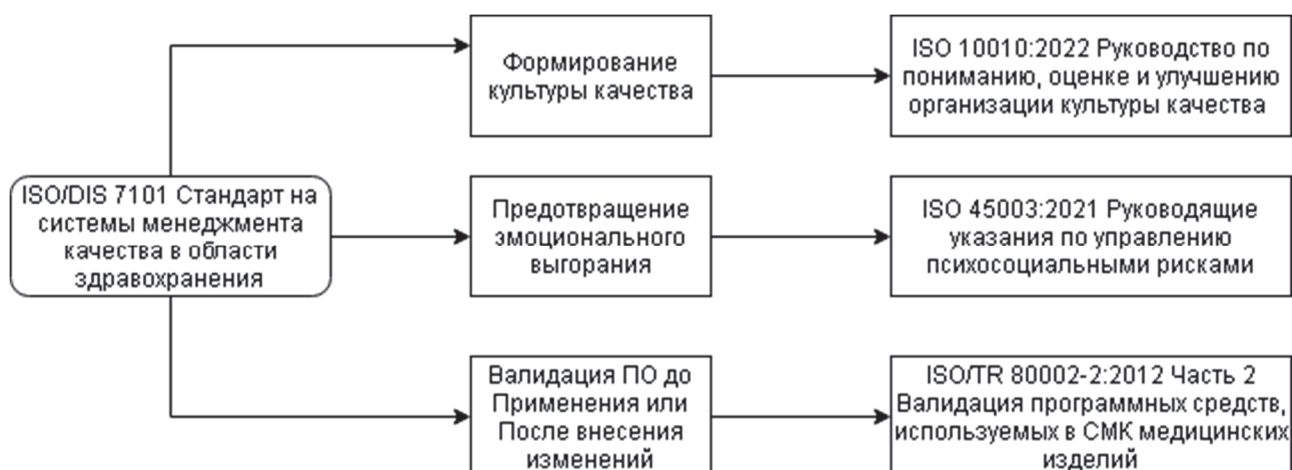


Рис. 2. Требования Международного стандарта ISO/DIS 7101 и разработка новых стандартов в области здравоохранения

Fig. 2. Requirements of the international standard ISO / DIS 7101 and the development of new standards in the field of healthcare

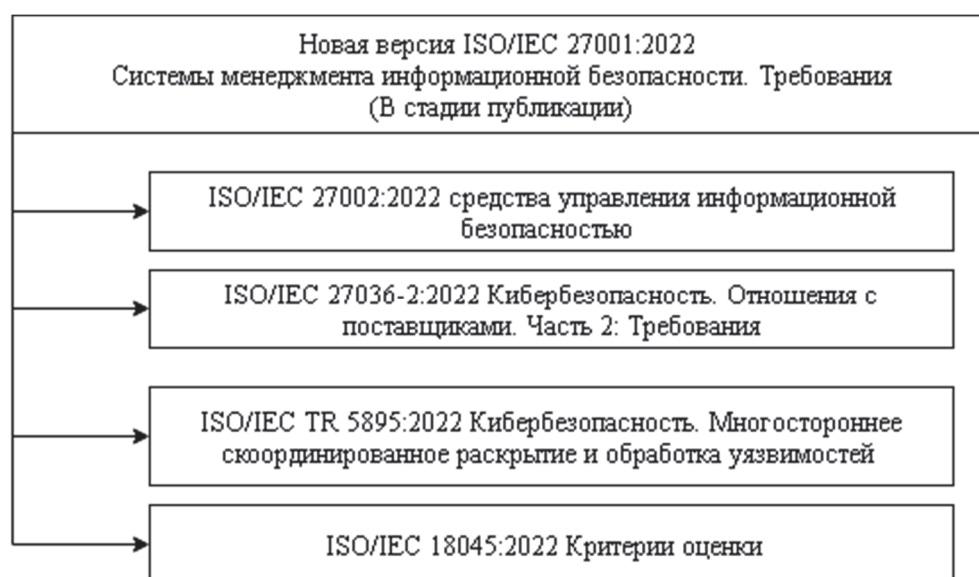


Рис. 3. Стандарты в области информационной безопасности

Fig. 3. Information security standards

Также следует отметить, что организации, применяющие стандарт ISO/IEC 27001:2005 «Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Системы управления информационной безопасностью», должны применять и другие стандарты ISO серии 27000, так как требования из стандарта ISO/IEC 27001:2005 ушли в другие нормативные документы данной серии.

Несомненно, большой интерес представляют стандарты на энергоменеджмент, так как вопросы экономии энергоресурсов организация сейчас интересуют все прогрессивное население. Применяемый ранее стандарт ISO 50002:2014 «Энергетические аудиты. Требования и руководство по проведению» для проведения энергоаудитов, теперь разделился на несколько частей: энергоаудиты зданий, энергоаудиты процессов и, соответственно, общий стандарт на энергоаудиты. Отдельно ожидается появление спецификации, направленной на потребление энергии, являющейся рекомендацией по минимизации энергетических потерь. Развитие стандартов в области энергоменеджмента и энергосбережения схематически представлено на рис. 4.



Рис. 4. Развитие стандартов в области энергоменеджмента и энергосбережения
Fig. 4. Development of standards in the field of energy management and energy saving

Обобщая все вышесказанное, очевидно, что международных стандартов в области систем менеджмента действительно много, и они активно развиваются. Это обусловлено желанием руководства организаций минимизировать риски возникновения несоответствий по разным направлениям своей деятельности, что подтверждается активным использованием данных стандартов и разработкой на их основе систем менеджмента, а также интеграции требований данных стандартов в единую систему менеджмента организации.

Список источников

1. Международные стандарты ИСО [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iso.org/ru/standards.html>.

References

1. International ISO standards [Electronic resource]. Access mode: <https://www.iso.org/ru/standards.html>.

Информация об авторах

Е.В. Глебова – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления техническими системами, SPIN-код: 9540-4656, AuthorID: 740901;

Е.П. Лаптева – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления техническими системами, SPIN-код: 6729-7689, AuthorID: 364951.

Information about the authors

E.V. Glebova – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Systems Management, SPIN-code: 9540-4656, AuthorID: 740901;

E.P. Lapteva – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Systems Management, SPIN-code: 6729-7689, AuthorID: 364951.

Статья поступила в редакцию 20.10.2022, одобрена после рецензирования 23.10.2022, принята к публикации 02.12.2022.

The article was submitted 20.10.2022, approved after reviewing 23.10.2022, accepted for publication 02.12.2022.

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Обзорная статья

УДК 637.074

Современные методы определения контаминации молока афлатоксином М₁

Антонида Викторовна Чернова¹, Анастасия Вячеславовна Петроченкова²

^{1,2}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

¹ Chernova.av@dgtru.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8143-7228>

² nastya-petrochenkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0520-3045>

Аннотация. Афлатоксины – это тесно связанные вторичные метаболиты плесневых грибов *Aspergillus flavus* и *A. parasitica*, представляющие собой опасные органические соединения, которые при попадании в организм могут вызвать неблагоприятные последствия как для людей (канцерогенное и мутагенное действие, серьезные поражения почек и печени, иммунодефицит), так и для животных (поражения печени, хронические отравления, генные мутации). Грибы, продуцирующие афлатоксины, широко распространены в природе и серьезно загрязняют пищевые запасы людей и животных, что приводит к опасности для их здоровья. Контроль за загрязнением пищевых продуктов афлатоксином М₁, содержащимся в молоке животных, в нынешнее время имеет особое значение. Поэтому существует спрос на изучение афлатоксинов для разработки методов их количественного определения с целью обеспечения безопасности. На основе анализа отечественных и зарубежных данных в статье представлены общие сведения, касающиеся микотоксинов (токсичность, свойства, механизм действия), а также рассмотрены и проанализированы методы определения содержания афлатоксина М₁ в коровьем молоке (ВЭЖХ, ИФА, ТСХ, экспресс-методы), выявлены преимущества и даны рекомендации по применению экспресс-методов определения контаминанта в молоке с целью оценки его соответствия требованиям технических регламентов.

Ключевые слова: афлатоксин М₁, молоко, микотоксины, метод, определение афлатоксина М₁, безопасность

Для цитирования: Чернова А.В., Петроченкова А.В. Современные методы определения контаминации молока афлатоксином М₁ // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 25–33.

FOOD SYSTEMS

Review article

Modern methods for determining the contamination of milk with aflatoxin M₁

Antonida V. Chernova¹, Anastasia V. Petrochenkova²

^{1,2}Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹ Chernova.av@dgtru.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8143-7228>

² nastya-petrochenkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0520-3045>

Abstract. Aflatoxins are closely related secondary metabolites of the mold fungi *Aspergillus flavus* and *A. parasitica*, which are dangerous organic compounds that, if ingested, can cause adverse effects for humans (carcinogenic and mutagenic effects, serious damage to the kidneys and liver, immunodeficiency), and for animals (liver damage, chronic poisoning, gene mutations). Aflatoxin-producing fungi are widely distributed in nature and seriously contaminate the food supply of people and animals, which leads to a danger to their health. The control of contamination of food products with aflatoxin M₁ contained in animal milk is of particular importance at the present time. Therefore, there is a demand for the study of aflatoxins in order to develop methods for their quantification in order to ensure safety. Based on the analysis of domestic and foreign data, the article presents general information related to mycotoxins (toxicity, properties, mechanism of action), as well as reviewed and analyzed methods for determining the content of aflatoxin M₁ in cow's milk (HPLC, ELISA, TLC, express methods), identified advantages and recommendations are given on the use of express methods for determining a contaminant in milk in order to assess its compliance with the requirements of technical regulations.

Keywords: aflatoxin M₁, milk, mycotoxins, method, determination of aflatoxin M₁, safety

For citation: Chernova A.V., Petrochenkova A.V. Modern methods for determining the contamination of milk with aflatoxin M₁. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022; 62(4):25–33. (in Russ.).

Введение

Микотоксины как наиболее значительная группа загрязнителей сырья и пищевых продуктов представляют опасность вследствие их широкого распространения и способности заражать как сырье, так и пищевые продукты на всех этапах производства, что делает проблему контаминации продуктов микотоксинами наиболее актуальной.

Микотоксины – это токсичные соединения, которые естественным образом вырабатываются определенными видами плесневых грибов и присутствуют почти на всех сельскохозяйственных товарах во всем мире. Эти соединения встречаются как в кормах, так и в пище. Они невидимы, безвкусны, химически стабильны и устойчивы к температурам и хранению [1, 2].

В настоящее время зарегистрировано около 400 видов микотоксинов, но наиболее распространенными и опасными для здоровья человека являются афлатоксины. Они представляют собой вторичные метаболиты, продуцируемые грибами *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* и *Aspergillus niger* при определенных условиях выращивания и хранения.

Вопрос контроля за загрязнением пищевой продукции микотоксинами является актуальным в нынешнее время из-за периодических вспышек отравлений, которые происходят повсеместно, и решается не только внутри отдельных стран, но и на международном уровне, находясь под контролем Всемирной организации здравоохранения [1].

Полное предотвращение заражения продукции микотоксинами практически невозможно, поэтому предприятиям необходимо уделять особое внимание контролю содержания микотоксинов в продукции и сырье.

Воздействие некоторых пищевых микотоксинов является наиболее острым, при этом симптомы тяжелых заболеваний быстро проявляются после употребления пищевых продуктов, загрязненных микотоксинами. Другие микотоксины, содержащиеся в пищевых продуктах, связаны с долгосрочным воздействием на здоровье, включая развитие онкологических заболеваний и иммунодефицита. Из нескольких сотен микотоксинов, идентифицированных на сегодняшний день, около дюжины привлекли наибольшее внимание из-за их серьезного воздействия на здоровье человека и их присутствия в продуктах питания [2].

Микотоксины появляются в пищевой цепи в результате заражения сельскохозяйственных культур плесенью как до, так и после сбора урожая. Даже если внешне признаки отсут-

ствуют, продукция все равно может быть заражена. Воздействие может происходить либо непосредственно при употреблении зараженной пищи, либо косвенно от животных, которых кормят зараженными кормами.

Молоко как продукт, входящий в состав диетического питания и составляющий основу рациона детей, социально значим. Его качество напрямую зависит от кормового рациона животных, состоящего из растительного сырья, наиболее часто подвергающегося заражению микотоксинами [2].

Загрязнение молока афлатоксином M_1 происходит главным образом в результате превращения афлатоксина B_1 , который метаболизируется ферментами, обнаруживаемыми в основном в печени. После образования афлатоксина M_1 он выделяется с молоком животных. Поскольку афлатоксин M_1 влияет на возникновение онкологических заболеваний у людей, его уровень строго регламентируется [2].

Так как афлатоксины являются значимым контролируемым показателем безопасности молока и представляют серьезную угрозу для людей и животных, практически каждая страна установила максимально допустимые уровни для этих соединений в кормах, продуктах питания, в частности, в молоке.

Афлатоксины могут содержаться не только в сыром молоке, но также в стерилизованном и пастеризованном, в йогуртах, сыре, сухом молоке, детских смесях, молочных продуктах и даже грудном молоке.

Целью данной работы является исследование и анализ известных методов определения содержания афлатоксина M_1 в коровьем молоке с целью оценки его соответствия требованиям технических регламентов.

Результаты и их обсуждение

В России содержание афлатоксина M_1 устанавливает технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и технический регламент Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

ТР ТС 021/2011 определяет максимально допустимую концентрацию афлатоксина M_1 в молоке и молочных продуктах на уровне 0,0005 мг/кг, а по ТР ТС 033/2013 уровень афлатоксина M_1 в молочных продуктах не должен превышать 0,00002 мг/кг. Такое различие в значениях нормируемых показателей обусловлено тем, что в ТР ТС 033/2013 данный показатель определяется для детского питания. Данная тема вызывает озабоченность здравоохранения, поскольку именно дети зависят от молока как основного источника питательных веществ, поэтому они наиболее подвержены риску воздействия афлатоксинов и их последствий.

Также в ТР ТС 033/2013 содержатся разграничения для питания детей разных возрастных групп: детей раннего возраста, дошкольного/школьного, но допустимый уровень содержания афлатоксина M_1 при этом не изменяется. В обоих случаях показатель не должен превышать 0,00002 мг/кг.

В зарубежных странах также нормируется содержание афлатоксина M_1 в молоке и в молочной продукции (табл. 1) [7].

Исходя из данных табл. 1 можно заметить, что в Европейском союзе установлены наиболее высокие требования к уровню содержания афлатоксина M_1 в молочной продукции. В целом развитые страны озабочены содержанием этого контаминанта в молочных продуктах и строго его регламентируют.

Афлатоксин M_1 относительно стабилен как токсичное соединение в сыром и уже переработанном молоке, и дальнейшая обработка, такая как пастеризация, не уничтожит его и не превратит в менее токсичное соединение.

Так как молочная продукция является основным питательным веществом для людей, особенно детей, афлатоксин M_1 в молочной продукции следует систематически контролировать, используя различные качественные и количественные методы определения.

Таблица 1

Максимально допустимые уровни содержания афлатоксина М₁ в молоке и в молочной продукции (мировые и российские регламенты)

Table 1

Maximum permissible levels of aflatoxin M₁ in milk and dairy products (world and Russian regulations)

Страна	Пищевой продукт	Максимально допустимый уровень, мг/кг
1	2	3
Европейский союз	Сырое молоко, термически обработанное молоко и молоко-сырье	<0,000050
	Смеси для грудных детей и последующие смеси, в том числе детское и последующее молоко	<0,000025
Соединенные Штаты Америки	Молоко и молочные продукты	<0,00050
Российская Федерация	Молоко и продукты переработки молока	<0,00050
	Молоко и продукты переработки молока для питания детей разных возрастных групп	<0,00002

В настоящее время существуют различные нормативные документы, содержащие методы определения афлатоксина М₁ в молоке. Рассмотренные методы представлены в табл. 2.

Таблица 2

Методы определения содержания афлатоксина М₁ в молоке и молочных продуктах

Table 2

Methods for determining the content of aflatoxin M₁ in milk and dairy products

Наименование документа	Метод измерения	Содержание метода
1	2	3
ГОСТ 34049-2017 «Молоко и кисломолочные продукты. Определение содержания афлатоксина М ₁ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием» [3]	Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием (ВЭЖХ)	Согласно данному методу диапазон измеряемых значений составляет от 0,00002 до 0,00015 мг/кг. Процедуры метода: - экстракция афлатоксина; - очистка экстракта; - перевод афлатоксина в флуоресцирующее соединение и определение массовой доли афлатоксина
ГОСТ ISO 14675-2014 «Молоко и молочные продукты. Руководящие указания по стандартизованному описанию конкурентоспособных иммуноферментных анализов. Определение содержания афлатоксина М ₁ » [4]	Метод конкурентного иммуноферментного анализа (ИФА)	Метод основан на способности антител связываться со специфическими веществами. Обратимая связь между антителами и их соответствующими антигенами называется иммунологической реакцией. Метод основан на способности антител связываться с афлатоксином и образовывать комплекс антитело-антиген

Окончание табл. 2

1	2	3
ГОСТ 30711-2001 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В ₁ и М ₁ » [6]	Метод тонкослойной хроматографии (ТСХ)	Метод основывается на выделении афлатоксинов В ₁ и М ₁ из образца продукта, очистке посторонних веществ и измерении массовой концентрации афлатоксинов методом тонкослойной хроматографии. Диапазон измеряемых содержаний для молочной продукции варьируется в диапазоне: 0,0005–0,005 мг/кг
ГОСТ 33601-2015 «Молоко и молочная продукция. Экспресс-метод определения афлатоксина М ₁ » [5]	Экспресс-метод определения афлатоксина М ₁ с применением тест-набора «IDEXX SNAP Афлатоксин М ₁ »	Метод основан на визуальном оценивании изменения окраски тестовых пятен реакции по комплексообразованию афлатоксина М ₁ со специфическим реагентом
ГОСТ 33601-2015 «Молоко и молочная продукция. Экспресс-метод определения афлатоксина М ₁ » [5]	Экспресс-метод определения афлатоксина М ₁ с применением тест-набора «Aflasensor»	Метод основан на визуальном выявлении свободных меченых белковых рецепторов на индикаторных полосках хроматографической бумаги. Диапазон измеряемых содержаний для молочной продукции варьируется в диапазоне от 0,00002 до 0,00015 мг/кг. Суть теста – хроматографическое разделение и цветовая идентификация антител, связанных и не связанных с молекулами афлатоксина М ₁ . По итогу используют устройство Readsensar, которое определяет содержание афлатоксина

Среди известных методов скрининга иммуноферментный анализ (ИФА) используется наиболее часто, но не является полностью надежным из-за осуществления перекрестных реакций. Метод имеет ряд преимуществ: наборы для ИФА дешевы и просты в использовании, не требуют обширной очистки образцов, также отсутствует опасность для здоровья человека. Серьезным недостатком метода является длительность анализа (3–4 ч).

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) считается наиболее универсальным методом определения афлатоксина М₁. Хотя многие хроматографические методы очень чувствительны, но они требуют подготовки квалифицированного персонала, громоздкой предварительной обработки образцов и дорогостоящего оборудования.

Метод тонкослойной хроматографии (ТСХ) наиболее точен при анализе афлатоксинов. Однако сложность в эксплуатации оборудования, высокие требования к квалификации персонала, трудности при предварительной подготовке и обработке образцов ограничивают возможности данного метода условиями лабораторий, поэтому он неприменим в «полевых» условиях. Также метод достаточно длителен и требует применения токсичных растворителей.

Хоть хроматографические методы и являются наиболее универсальными, тем не менее они громоздки, требуют дополнительной подготовки образцов и использования дорогостоящего оборудования. Это приводит к значительному ограничению их использования в условиях лабораторий. Именно поэтому возникла необходимость в разработке более простых и чувствительных методов анализа афлатоксинов, основанных на иммунохимии (например, метод ИФА). Такие методы требуют квалифицированных и хорошо обученных операторов.

Для наиболее упрощенного использования были разработаны универсальные тест-наборы, позволяющие определять афлатоксины вне условий лаборатории.

Наиболее быстрым и относительно экономичным является экспресс-метод с применением тест-наборов различных производителей. Тесты просты в использовании и обеспечивают быстрое обнаружение афлатоксинов на первых стадиях технологического процесса в течение нескольких минут (около 10 мин). Это экономичные устройства, которые могут быть адаптированы для ежедневного мониторинга афлатоксинов. Хотя данный метод и является менее дорогостоящим и быстрым по скорости выполнения анализа, предпочтение все же отдается лабораторным методам: высокоэффективной жидкостной хроматографии, иммуноферментному анализу, тонкослойной хроматографии. Экспресс-метод целесообразно использовать при необходимости обнаружения афлатоксина в составе молока, но для количественного определения вещества следует прибегнуть к более точным методам.

На рис. 1 представлен тест-набор Aflasensor, принцип работы которого основан на визуальном выявлении свободных меченых белковых рецепторов на индикаторных полосках хроматографической бумаги [5].

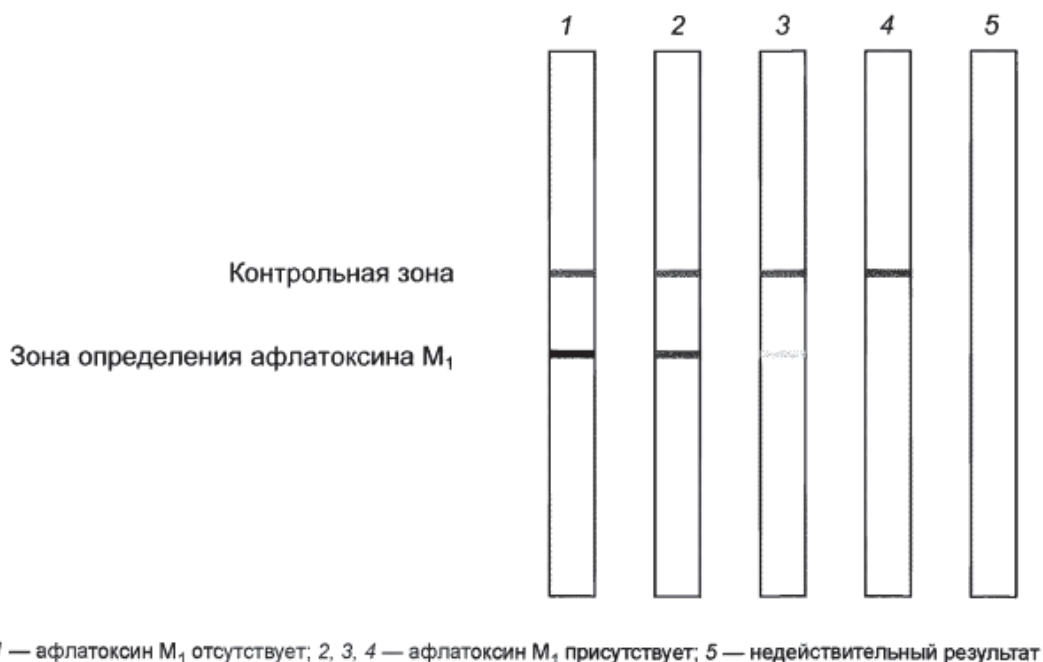


Рис. 1. Пример оценки результатов определения наличия афлатоксина M_1 с применением тест-набора Aflasensor

Fig. 1. An example of evaluating the results of determining the presence of aflatoxin M_1 using the Aflasensor test kit

Результаты теста обрабатываются путем сравнения интенсивности окрашивания зоны определения афлатоксина M_1 в красный цвет с контрольной линией (в области контрольной зоны), появившейся на индикаторной полоске после измерения.

На рис. 2 представлен тест-набор «IDEXX SNAP Афлатоксин M_1 », работа которого основана на визуальном оценивании изменения окраски тестовых пятен реакции по комплексообразованию афлатоксина M_1 со специфическим реагентом [5].

Анализ заключается в визуальном считывании тестового пятна и его сравнении с контрольным пятном. Тестовое пятно светлее контрольного дает положительный результат, темное или такое же по цвету – отрицательный [5].



Рис. 2. Компонентный состав теста «IDEXXSNAP Афлатоксин M₁»
 Fig. 2. Component composition of the test «IDEXX SNAP Aflatoxin M₁»

Заключение

Борьба с афлатоксинами требует комплексного подхода, при котором контроль производится на всех этапах производства молока. Наиболее эффективным способом предотвращения загрязнения молока афлатоксином M₁ является снижение его содержания в кормах и добавках, используемых в молочном скотоводстве.

Афлатоксины – опасные органические соединения, которые при попадании в организм даже в незначительном количестве оказывают негативное влияние. При потреблении зараженного корма коровами токсин уже через пару часов обнаруживается в молоке (максимальную концентрацию можно обнаружить через 24 ч). Потребляя зараженное молоко, человек получает дозу яда, который в большом количестве вызывает смерть из-за серьезного поражения печени. Для разрешения проблемы необходимо систематически исследовать все процессы от сбора сырья для изготовления корма животным до распределения продукции, с целью выявления этапов, на которых происходит загрязнение микотоксинами, чтобы своевременно принимать профилактические или контрольные меры.

Учитывая, что качество получаемого от коров молока является наиболее важным фактором, влияющим на уровень загрязнения молочных продуктов афлатоксином M₁, и процессы, происходящие на молокоперерабатывающем заводе, не играют никакой роли в появлении этого микотоксина, производители должны избегать приема зараженного молока на переработку, чтобы улучшить качество и безопасность своей продукции.

Идеального метода определения содержания афлатоксина M₁ в молоке, который отвечал бы требованиям экономичности, доступности оборудования и реактивов, простоты выполнения работ, не существует. Каждому методу присущи свои преимущества и недостатки. Определение того, какую технологию использовать, зависит от требуемого уровня чувствительности и от того, где предполагается проводить анализ токсинов. Для скрининга афлатоксинов в «полевых» условиях экспресс-метод является предпочтительным вариантом. Для высокоточных лабораторных анализов можно использовать как ИФА, так и ТСХ, ВЭЖХ. Для

количественного определения микотоксинов в широком диапазоне метод тонкослойной хроматографии является идеальной технологией.

До тех пор, пока существуют условия, благоприятные для загрязнения афлатоксином М₁ продуктов питания и животных кормов, его содержание в молочной продукции будет оставаться проблемой, требующей постоянного мониторинга из-за серьезных последствий, которые он может вызвать для здоровья человека, особенно подрастающего поколения.

Молочным предприятиям необходимо разрабатывать и внедрять правила и системы контроля, основанные на современных методах, которые будут регулировать содержание микотоксинов в молоке и продуктах молочного происхождения, обеспечивая тем самым качество и безопасность продуктов питания.

Список источников

1. Абдуллаева Л.В. Контроль показателей безопасности молока и молочной продукции // Молочная промышленность. 2013. № 9. С. 53–54.
2. Аспандиярова М. Афлатоксин М₁: контролируем просто // Животноводство России. 2016. № S3. С. 28–30.
3. ГОСТ 34049-2017. Молоко и кисломолочные продукты. Определение содержания афлатоксина М₁ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим (спектрофлуориметрическим) детектированием. Введ. 2020-07-01. М.: Стандартинформ, 2020. 19 с.
4. ГОСТ ISO 14675-2014. Молоко и молочные продукты. Руководящие указания по стандартизованному описанию конкурентоспособных иммуноферментных анализов. Определение содержания афлатоксина М₁. Введ. 2022-01-01. М.: Российский институт стандартизации, 2021. 7 с.
5. ГОСТ 33601-2015. Молоко и молочная продукция. Экспресс-метод определения афлатоксина М₁. Введ. 2016-07-01. М.: Стандартинформ, 2019. 7 с.
6. ГОСТ 30711-2001. Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В₁ и М₁. Введ. 2002-07-01. М.: Издательство стандартов, 2019. 13 с.
7. Науменко Н.В., Ботвинникова В.В., Сотникова В., Грживна Л., Белоглазова Н.В. Микотоксины и безопасность продуктов питания: явные и скрытые угрозы // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2020. № 1. С. 105–111.

References

1. Abdullayeva L.V. Control of safety indicators of milk and dairy products // Dairy industry. 2013. No. 9. pp. 53-54.
2. Aspandiyarova M. Aflatoxin M₁: we control simply // Animal Husbandry of Russia. 2016. No. S3. P. 28–30.
3. GOST 34049-2017. Milk and fermented milk products. Determination of the content of aflatoxin M₁ by high-performance liquid chromatography with fluorimetric (spectrofluorimetric) detection. Introduction. 2020-07-01. M.: Standartinform, 2020. 19 p.
4. GOST ISO 14675-2014. Milk and dairy products. Guidelines for the standardized description of competitive enzyme immunoassays. Determination of aflatoxin M₁ content. Introduction. 2022-01-01. M.: Russian Institute of Standardization, 2021. 7 p.
5. GOST 33601-2015. Milk and dairy products. Express method for determining aflatoxin M₁. Introduction. 2016-07-01. M.: Standartinform, 2019. 7 p.

6. GOST 30711-2001. Food products. Methods for detecting and determining the content of aflatoxins B1 and M1. Introduction. 2002-07-01. М.: Publishing House of Standards, 2019. 13 p.

7. Naumenko N.V., Botvinnikova V.V., Sotnikova V., Grzhivna L., Beloglazova N.V. Mycotoxins and food safety: obvious and hidden threats // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. 2020. No. 1. P. 105–111.

Информация об авторах

А.В. Чернова – старший преподаватель кафедры «Управление техническими системами», SPIN-код: 7330-0188, AuthorID: 1015935;

А.В. Петроченкова – студент.

Information about the authors

A.V. Chernova – Senior Lecturer of the Department of Management of Technical Systems;

A.V. Petrochenkova – Student.

Статья поступила в редакцию 21.11.2022, одобрена после рецензирования 23.11.2022, принята к публикации 02.12.2022.

The article was submitted 21.11.2022, approved after reviewing 23.11.2022, accepted for publication 02.12.2022.

Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 34–43.
Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2022. Vol. 62, no 4. P. 34–43.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 574.62

Оценка роста тихоокеанской устрицы при выращивании в садках разного типа

Оксана Юрьевна Вялова

Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Севастополь, Россия, vyalova07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8304-0029>

Аннотация. Приводятся результаты выращивания тихоокеанской устрицы в двух типах садков – *Ostriga* (Италия) и *Seapa* (Австралия) в бухте Ласпи (Черное море). Рассматриваются вопросы роста раковины и мягких тканей, формирования морфологических признаков, желательных при коммерческом разведении устриц – «глубокая» форма раковины и высокая степень наполненности.

Ключевые слова: устрица, *Crassostrea gigas*, марикультура, Черное море

Для цитирования: Вялова О.Ю. Оценка роста тихоокеанской устрицы при выращивании в садках разного типа // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4 С. 34–43.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ИМБИ № 121041400077-1.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING

Original article

Growth evaluation of the Pacific oyster growing in different type cages

Oksana Y. Vialova

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of the RAS, Sevastopol, Russia, vyalova07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8304-0029>

Abstract. This study presents the results of cultivation of the Pacific oyster in two types of cages – *Ostriga* (Italy) and *Seapa* (Australia) in Laspi Bay (the Black Sea). The questions of the growth of the shell and soft tissues, the formation of morphological features that are desirable in the commercial growing of oysters - a «deep» shape of the shell and a high degree of fullness are considered.

Keywords: oyster, *Crassostrea gigas*, mariculture, the Black Sea

For citation: Vialova O.Yu. Growth evaluation of the Pacific oyster growing in different type cages. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022;62(4):34–43. (in Russ.).

The study was carrying out within the framework of the state order of the FGBUN IMBI No. 121041400077-1.

Тихоокеанская устрица *Crassostrea gigas* – вид, культивируемый практически во всех регионах Мирового океана. Успешно интродуцирована на побережье Америки, Европы, Австралии, Тасмании, Новой Зеландии. В последние годы осуществляется выращивание этого вида и в Черном море, на Крымском и Кавказском побережье. При планировании аквакультурного хозяйства следует учитывать множество факторов, оказывающих влияние на рост моллюсков, их состояние и внешний вид. Особенности природных условий определяют технологии выращивания устриц, например, культивирование на дне (или в приливной зоне), на стеллажах и ярусах, в пластиковых корзинах и сетных мешках, подвесных лотках или плавающих сетках [1–4]. Каждый способ придает новые вкусовые качества устрицам, текстуре мяса, толщине и форме раковины.

Наиболее популярной технологией разведения устриц является садковое выращивание. Разнообразие конструкций устричных садков позволяет получать устрицы заданной формы и наполненности мясом, ускорять их рост, защищать моллюсков от хищников, паразитов и вредителей, обрастаний и потерь [5, 6]. Садки могут также защищать устриц от негативных погодных условий, которые замедляют их рост. Некоторые из них, например, блокируют значительное количество солнечного света, который обесцвечивает цвет раковины.

Некоторые фермеры применяют комбинацию нескольких методов на разных этапах развития устриц, начиная с сетных мешков, а затем, перенося моллюсков в пластиковые садки, по мере того, как они становятся больше в размерах и по весу. Это позволяет значительно увеличить их темпы роста и выживаемость [2, 4].

На черноморском побережье устрицеводство только начинает развиваться в формате «пилотных» проектов. В виду отсутствия приливно-отливных явлений в Черном море, устричная марикультура может осуществляться в придонном слое, на поверхности («floating cage system») или толще воды, так называемая «подвесная культура» («suspended culture»). Большинство хозяйств применяют простую и надежную технологию «long-line», но не всегда успешно. Зачастую владельцы выбирают оборудование, исходя из личных предпочтений и экономии, без учета географии своего рыбноводного участка, тем самым ограничивая потенциал будущей морской фермы. В этой связи прикладные исследовательские работы имеют большое значение для успешного развития таких хозяйств. Результаты научных работ помогут фермерам эффективно подбирать технологии для разных морских акваторий, разбираться в конструктивных особенностях устричных садков и их применении.

Материалы и методы исследований

Характеристика района исследования

Исследования проводились на морской ферме, расположенной в бухте Ласпи (г. Севастополь, Крым), рис. 1. Район бухты Ласпи (Южный берег Крыма) географически охватывает шельфовую акваторию моря от мыса Сарыч до мыса Айя и обладает уникальными характеристиками для развития аквакультуры. Мониторинговые исследования показали, что воды бухты достаточно аэрированы от поверхности до дна благодаря интенсивному водообмену; накопления биогенных веществ и повышения их концентраций до экологически опасных уровней в районе фермы не наблюдалось [7].

Температура морской воды в зимние месяцы не опускается ниже 6–8 °С, в летний период максимум достигает 24–25 °С. Колебания солёности незначительны – в пределах 17,04–17,85 ‰ (Щуров, 2019). Ветровая и волновая нагрузка типичная для Южного берега Крыма, сила ветра меняется сезонно. Летом преобладающие направления от юго-восточных до западно-северо-западных, в зимнее время – восточные и северные [8].

Типы садков и проведение экспериментов

В работе рассматривали 2 вида устричных садков, отличающихся конструкцией, способом размещения на линиях фермы и принципами действия.

Садки Seара (SE) (рис. 2) – это пластиковые устричные садки производства Австралии. Каждый садок объемом 25 л. Садки подвешиваются горизонтально к натянутому тросу или канату двумя крюками сверху. Возможно размещение нескольких садков, соединенных между собой друг над другом. Линии с садками Seара должны быть ориентированы перпендикулярно течению, чтобы обеспечить максимальный проток через них морской воды и свободное боковое движение самих садков. Обычно такие садки применяются на мелководье в приливно-отливных зонах, но в условиях Черного моря – в подвесной культуре в рамках пилотного проекта.



Рис. 1. Район расположения устричной фермы в бухте Ласпи
Fig. 1. Location of oyster farm in the Laspi Bay



Рис. 2. Садок Seара с устрицей
Fig. 2. Seара cage with oysters

Садки Ostriga (OS) (рис. 3) – это многоярусная система лотков, позволяющая выращивать моллюсков и ракообразных в различных экосистемах в подвесной культуре, на глубинах более 10 м. Садки данного типа размещаются на линиях вертикально. Данные итальянские садки максимально вместительные, на каждом лотке можно выращивать 10 кг устриц и штабелировать до 5 лотков, т.е. общая масса моллюсков в одном садке Ostriga может составлять 50 кг.

Ostriga имеет зазоры, размеры которых способствуют лучшей циркуляции воды и создают меньшее сопротивление водным потокам. Внутреннее пространство лотков со стандартной высотой обеспечивает нормальный рост устрицы, а круглая форма предотвращает заливание внутри садка.



Рис. 3. Садок Ostriga с устрицей
Fig. 3. Ostriga cage with oysters

Исследование проводили с февраля по октябрь, в остальные месяцы работы осложнялись сильными штормами. *S. gigas*, используемые в эксперименте, были получены из устричного питомника (Франция) в возрасте 3 месяцев и одной размерной группы ($m \pm SD$): высота (H , мм) $32,73 \pm 5,45$; общая масса (TW , г) $3,6 \pm 1,33$. Плотность посадки моллюсков соответствовала рекомендациям производителей садков: в Ostriga – от 550 до 560 экз., в Seara – 1200 экз.

В ходе работы ежемесячно обследовали тихоокеанских устриц из экспериментальных садков обоих типов (в 3 повторностях). Отбирали по 100 экземпляров из каждого садка, очищали, измеряли высоту и длину раковины, общий вес моллюска, оценивали смертность. За линейные размеры раковины (H , мм) принимали максимальное расстояние от замка раковины до ее противоположного края. После измерений моллюски возвращались в садки и отправлялись снова в море. Из каждой экспериментальной группы отбирали по 30 устриц, доставляли их в лабораторию ФИЦ «ИнБИОМ», где определяли сырую массу мягких тканей, вес каждой створки. Створки устриц сушили в течение суток при $98^\circ C$, остужали до

комнатной температуры в эксикаторе и затем взвешивали на лабораторных аналитических весах. На основании полученных результатов рассчитывали индекс состояния устриц.

Индекс состояния CI – показатель, применяемый для оценки качества выращиваемых двустворчатых моллюсков и отражающий влияние условий, в которых они росли. Существует несколько расчетов CI , нами была выбрана следующая формула:

$$CI = WWm / (TW - WS) \times 100,$$

где CI – индекс состояния; WWm – сырая масса мягких тканей, г; TW – общая масса моллюска, г; WS – масса раковины, г.

Статистическая обработка результатов и построение графиков осуществлялась с помощью программ one-way ANOVA и Excel.

Результаты и их обсуждение

На протяжении всего периода наблюдался рост массы и линейных размеров устриц *C. gigas* в садках обоих типов. Так, если начальная общая масса моллюска равнялась $3,6 \pm 1,33$ г, то к октябрю эти значения увеличились до $15,50 \pm 1,63$ г в садках OS и до $20,30 \pm 1,83$ г – в садках SE (рис. 4).

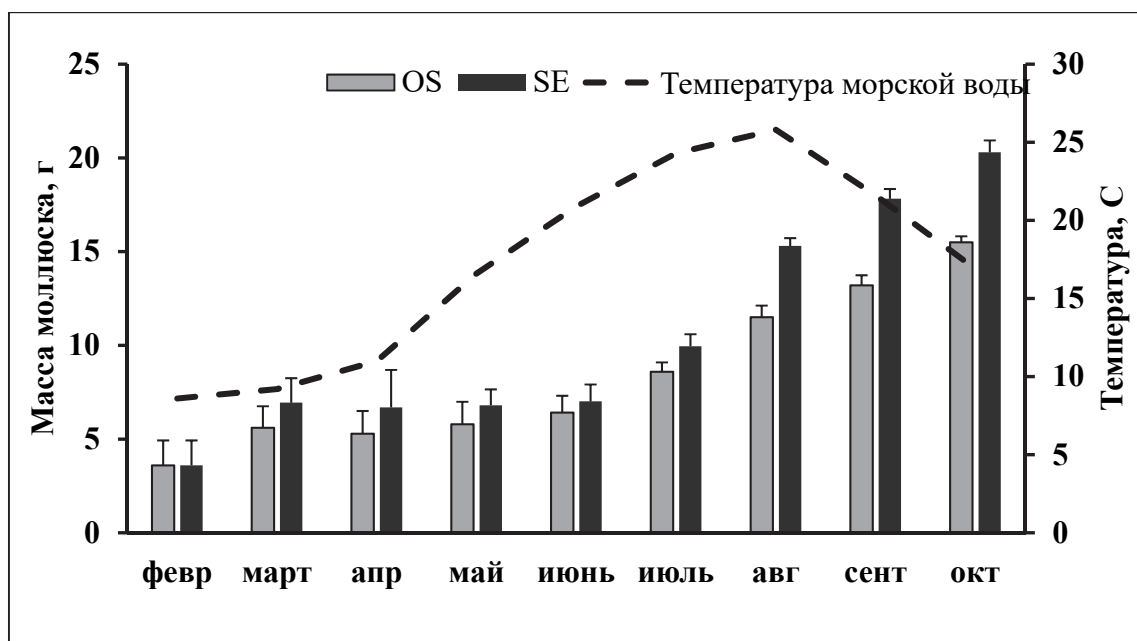


Рис. 4. Динамика роста массы устриц *C. gigas* в садках Ostriga (OS) и Seapa (SE)
Fig. 4. Weight growth dynamics of oysters *C. gigas* in Ostriga (OS) and Seapa (SE) cages

Динамика накопления массы совпадала с постепенным прогревом морской воды в бухте Ласпи, в температурных пределах от 12 до 25,8 °C. Осеннее понижение температуры воды до комфортных значений (16–20 °C) стимулировало интенсивный рост массы устриц (рис. 4).

Первый заметный линейный прирост был отмечен только в июле, и уже к октябрю размеры устриц достигали $64,0 \pm 3,02$ мм в садках OS и $58,70 \pm 3,07$ мм – в садках SE (рис. 5). Нами было отмечено отсутствие прироста раковин в последние месяцы наблюдений (с августа по октябрь) у устриц из австралийских садков Seapa.

Результаты исследований показали, что, начиная с августа, сырая масса мягких тканей и вес раковины устриц достоверно была выше в садках SE (рис. 6, 7) (one-way ANOVA, $P < 0,05$).

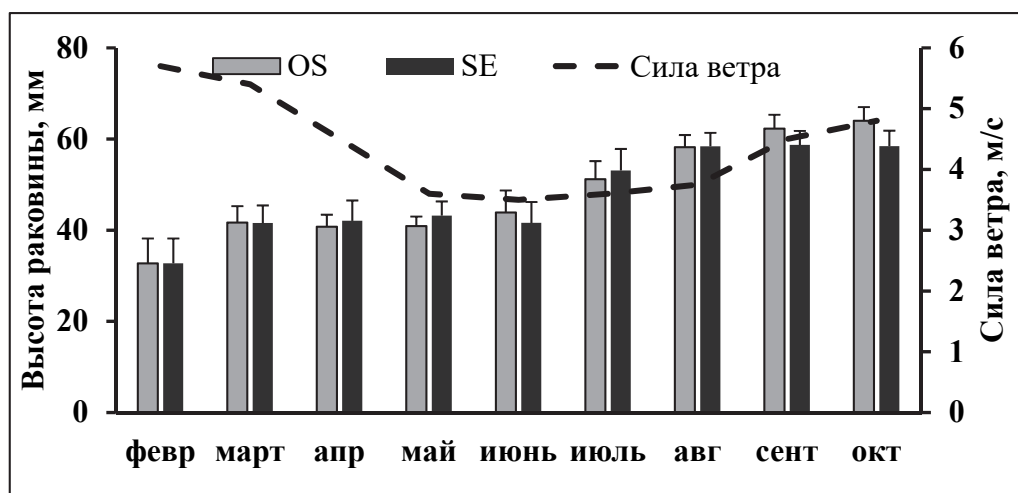


Рис. 5. Динамика линейного роста устриц *C. gigas* в садках Ostriga (OS) и Seapa (SE) и сила ветра
 Fig. 5. Linear growth dynamics of oysters *C. gigas* in Ostriga (OS) and Seapa (SE) cages and wind force

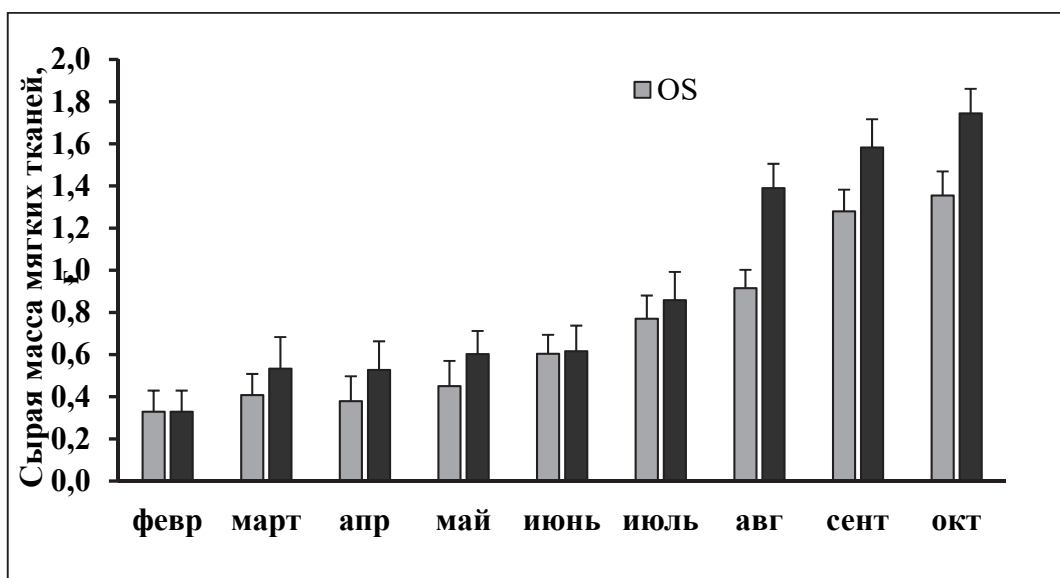


Рис. 6. Сырая масса мягких тканей устриц *C. gigas* в садках Ostriga (OS) и Seapa (SE)
 Fig. 6. Wet weight of soft tissues of oysters *C. gigas* in Ostriga (OS) and Seapa (SE) cages

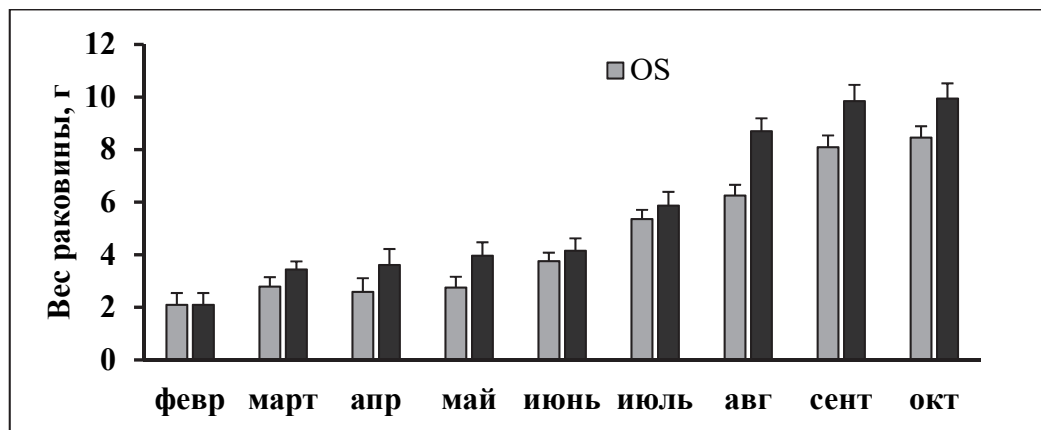


Рис. 7. Вес раковины устриц *C. gigas* в садках Ostriga (OS) и Seapa (SE)
 Fig. 7. Shell weight of oysters *C. gigas* in Ostriga (OS) and Seapa (SE) cages

Расчетные индексы *CI* исследованных моллюсков изменялись в течение всего периода и находились приблизительно в одних и тех же пределах – от 14,02 до 25,04 (OS) и от 15,22 до 21,56 (SE).

За весь период исследований смертность молоди устриц составила 15 % в садках SE и 20 % – в OS.

Чашевидные устрицы рода *Crassostrea*, на долю которых приходится большая часть в мировом устрицеводстве, должны обладать не только определенными вкусовыми качествами, но и идеальной раковиной, что включает в себя чистоту, прочность, правильную форму и цвет [9]. Форма раковины моллюсков определяется генетикой, средой обитания, технологиями, принятыми в устричном хозяйстве, и взаимодействием между всеми этими факторами. У фермеров могут быть разные подходы к процессу получения устриц правильной формы. В Австралии, например, в течение всего периода выращивания тихоокеанские устрицы *C. gigas* сортируются по форме и подвергаются дополнительным манипуляциям для достижения идеальной формы, которая описывается соотношением: высота : длина : глубина = 3 : 2 : 1. Тем временем в Канаде качество восточной устрицы *C. virginica* определяют уже во время сбора урожая, и устрицы лучшей формы продаются как самые дорогие [9].

Поскольку выращивание моллюсков осуществляется в море, очевидно, что окружающая среда оказывает влияние на растущих двустворчатых моллюсков. Даже в пределах одной фермы обнаруживается изменчивость в форме раковины и ее толщине [2]. Основное влияние здесь оказывают гидродинамические характеристики места, выбранная глубина и способ выращивания. Например, в сублиторальных участках и подвесной культуре двустворчатые моллюски постоянно находятся под водой, т.е. в постоянной доступности к корму. В результате наблюдается быстрый рост раковины, который часто приводит к ее хрупкости и рыхлости. Напротив, у португальских устриц *C. angulata*, обитающих на морском крупногалечном дне, формируются круглые и глубокие раковины под действием донных течений. Вытянутая форма свидетельствует о высокой плотности устриц в природном сообществе.

Существует несколько распространенных способов формирования глубокой раковины устриц: механическое (вручную или с помощью различных устройств) удаление растущего края створок и применение технологий, при которых происходит переворачивание («кувыркание») моллюсков в садках и удаление края. Край раковины аккуратно обрывается при переворачивании, заставляя устрицу расти в другом направлении, в глубину, т.е. формировать глубокую чашевидную раковину вместо того, чтобы становиться длинной и тонкой [3, 6]. При этом укрепляется раковина быстрорастущих устриц. Глубокая нижняя (левая) створка позволяет устрице дольше сохранять внутримантийную жидкость и, соответственно, жизнеспособность вне воды. Для получения урожая моллюсков высокого качества необходимо также убедиться, что все устрицы переворачиваются равномерно.

В ходе нашей работы было протестировано 2 типа устричных садков на ферме, расположенной в бухте Ласпи. В обоих садках отмечен устойчивый линейный и весовой рост *C. gigas*. Однако следует отметить, что, начиная с августа, масса моллюсков, мягких тканей и раковины были достоверно больше у устриц из садков Seара, по сравнению с *Ostriga* ($P < 0,05$). При этом мы наблюдали снижение линейных размеров этих особей с началом осеннего периода.

Садки Seара располагаются горизонтально в толще воды на линиях фермы, конструкция и способ крепления к канатам обеспечивают их свободное боковое движение и постоянное встряхивание моллюсков [3, 9]. Устрицы непрерывно совершают перемещения по дну садка, при этом происходит обламывание растущего края, и линейный рост раковины в высоту приостанавливается. Интенсивность движения садков зависит от волновых и ветровых условий, действие которых в данном районе усиливаются в сентябре–октябре (см. рис. 5). Таким образом, в австралийских садках Seара у устриц начинает формироваться более твердая раковина и большая масса мягких тканей в период усиления ветровых явлений в бухте Ласпи.

Итальянские садки *Ostriga* располагаются вертикально в толще воды и чаще всего находятся в статическом состоянии на глубинах 3–5 м от поверхности. При этом происходит не только обрастание моллюсков, но и самих садков. Наиболее нежелательным видом для нахождения в садках с устрицей является мидия. Эти двустворчатые моллюски прикрепляются к *C. gigas* и биссусными нитями связывают устриц в плотные узлы, что в дальнейшем приводит к ограничению роста и деформации раковины. Наши наблюдения показали, что обрастания и паразиты на створках устриц практически отсутствовали в австралийских садках, по сравнению с садками *Ostriga*. Очевидно, это также связано с постоянным их перемещением (переворачиванием) внутри садка, что не позволяет организмам-обрастателям, в том числе и молодежи мидии, осесть и прикрепляться на поверхность раковин. Такой же эффект был описан в работе [6].

Индекс состояния *CI* применяется в исследованиях для определения пищевого статуса и товарного качества двустворчатых моллюсков, а также является индикатором влияния неблагоприятных факторов окружающей среды или наличия болезней [6, 10, 11]. В нашей работе мы исследовали разные технологические приемы культивирования устрицы, при которых по-разному формируется раковина *C. gigas*, ее форма и структура. Так, при выращивании в садках Seара раковина обладала большим весом и более плотной структурой, по сравнению с моллюсками в садках *Ostriga*. Расчетные значения *CI* устриц *C. gigas* менялись в течение всего периода наблюдения, с максимальными значениями в летние месяцы. Достоверных различий *CI* между особями, культивируемыми в разных садках, установить не удалось.

Заключение

Следует отметить, что при выборе акватории для выращивания устриц необходимо учитывать гидрофизические и биологические факторы среды, которые могут поставить под угрозу рост и выживание моллюсков. Каждый район моря представляет собой уникальную комбинацию таких факторов, которые и определяют выбор видов моллюсков для дальнейшего культивирования и технологии [4,6]. Важны пилотные проекты, с помощью которых можно протестировать садковое оборудование, дающее наилучший результат и более высокие показатели роста. Экспериментальное выращивание *C. gigas*, например, на разных глубинах, позволит определить более благоприятные параметры водной среды, такие как температура, кислород, концентрация хлорофилла и органического вещества [1, 2, 4, 11]. Нет правильного или неправильного способа выращивания устриц, это зависит от местоположения и условий фермы, правильного подбора технологий и оборудования. Необходимо использовать особенности погодных условий, например, уровень волнений и ветровой режим местности, для применения соответствующих садков для выращивания устриц.

Список источников

1. Cassis D., Pearce Ch.M., Maldonado M.T. Effects of the environment and culture depth on growth and mortality in juvenile Pacific oysters in the Strait of Georgia, British Columbia // Aquaculture environment interactions. 2011. Vol. 1. P. 259–274.
2. Graham P., Brundu G., Scolamacchia M., Giglioli A., Addis P., Artioli Y., Telfer T.C., Carboni S. Improving Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*, Thunberg, 1793) Production in Mediterranean Coastal Lagoons: Validation of the growth model “ShellSIM” on traditional and novel farming methods // Aquaculture. 2020. Vol. 516. 734612.
3. Hood S., Webster D., Meritt D., Plough L., Parker M. Oyster production equipment comparisons 2016–2018. UMCES Horn Point Laboratory, Demonstration Oyster Farm. 2020. 49 p.
4. Díaz C., Sobenes C. Growth of *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) cultivated in different cultivation devices deployed in sheltered and non-sheltered sites of central Chile // Aquaculture research. 2022. Vol. 53, Iss. 6. P. 2330–2342.

5. Gangnery A., Chabirand J-M., Lagarde F., Le Gall P., Oheix J., Bacher C., Buestel D. Growth model of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, cultured in Thau Lagoon (Me'diterrane'e, France) // Aquaculture. 2003. Vol. 215. P. 267–290.

6. Hensey S.M. Improving the (off)-bottom line: assessing the costs and benefits of different culture techniques on an Alabama commercial oyster farm. A thesis submitted to the Graduate Faculty of Auburn University, Auburn, Alabama, May 2, 2020. 116 p.

7. Щуров С.В., Ковригина Н.П., Ладыгина Л.В. Сезонная изменчивость абиотических факторов среды и фитопланктона в районе мидийной фермы бухты Ласпи (2010–2011 гг.) // Учен. зап. Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2019. Т. 5, № 2. С. 184–201.

8. Divinsky B.V., Kubryakov A.A. and Kosyan R.D. Interannual variability of the wind-wave regime parameters in the Black sea // Physical Oceanography, [e-journal]. 2020. Vol. 27, No. 4. P. 337–351.

9. Mizuta D.D, Wikfors G.H. Seeking the perfect oyster shell: a brief review of current knowledge. Reviews in Aquaculture. 2018. Vol. 11, No. 3. P. 586–602.

10. Li Y., Qin J.G., Li X., Benkendorff K. Monthly variation of condition index, energy reserves and antibacterial activity in Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, in Stansbury (South Australia) // Aquaculture. 2009. Vol. 286, Iss. 1–2. P. 64–71.

11. Chávez-Villalba J., Arreola-Lizárraga A., Burrola-Sánchez S., Hoyos-Chairez F. Growth, condition, and survival of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* cultivated within and outside a subtropical lagoon // Aquaculture. 2010. Vol. 300. P. 128–136.

References

1. Cassis D., Pearce Ch.M., Maldonado M.T. Effects of the environment and culture depth on growth and mortality in juvenile Pacific oysters in the Strait of Georgia, British Columbia // Aquaculture environment interactions. 2011. Vol. 1. P. 259–274.

2. Graham P., Brundu G., Scolamacchia M., Giglioli A., Addis P., Artioli Y., Telfer T.C., Carboni S. Improving Pacific Oyster (*Crassostrea gigas*, Thunberg, 1793) Production in Mediterranean Coastal Lagoons: Validation of the growth model “ShellSIM” on traditional and novel farming methods // Aquaculture. 2020. Vol. 516. 734612.

3. Hood S., Webster D., Meritt D., Plough L., Parker M. Oyster production equipment comparisons 2016–2018. UMCES Horn Point Laboratory, Demonstration Oyster Farm. 2020. 49 p.

4. Díaz C., Sobenes C. Growth of *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) cultivated in different cultivation devices deployed in sheltered and non-sheltered sites of central Chile // Aquaculture research. 2022. Vol. 53, Iss. 6. P. 2330–2342.

5. Gangnery A., Chabirand J-M., Lagarde F., Le Gall P., Oheix J., Bacher C., Buestel D. Growth model of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, cultured in Thau Lagoon (Me'diterrane'e, France) // Aquaculture. 2003. Vol. 215. P. 267–290.

6. Hensey S.M. Improving the (off)-bottom line: assessing the costs and benefits of different culture techniques on an Alabama commercial oyster farm. A thesis submitted to the Graduate Faculty of Auburn University, Auburn, Alabama, May 2, 2020. 116 p.

7. Shchurov S.V., Kovrigina N.P., Ladygina L.V. Seasonal variation of abiotic factors of environment and phytoplankton in the Laspi bay mussel farm area (2010–2011) // Scientific notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky. Geography. Geology. 2019. Vol. 5, No. 2. P. 184–201.

8. Divinsky B.V., Kubryakov A.A. and Kosyan R.D. Interannual variability of the wind-wave regime parameters in the Black sea // Physical Oceanography, [e-journal]. 2020. Vol. 27, No. 4. P. 337–351.

9. Mizuta D.D, Wikfors G.H. Seeking the perfect oyster shell: a brief review of current knowledge. *Reviews in Aquaculture*. 2018. Vol. 11, No. 3. P. 586–602.

10. Li Y., Qin J.G., Li X., Benkendorff K. Monthly variation of condition index, energy reserves and antibacterial activity in Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, in Stansbury (South Australia) // *Aquaculture*. 2009. Vol. 286, Iss. 1–2. P. 64–71.

11. Chávez-Villalba J., Arreola-Lizárraga A., Burrola-Sánchez S., Hoyos-Chairez F. Growth, condition, and survival of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* cultivated within and outside a subtropical lagoon // *Aquaculture*. 2010. Vol. 300. P. 128–136.

Информация об авторе

О.Ю. Вялова – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, SPIN-код: 1373-3515, AuthorID: 979304.

Information about the author

O.Yu. Vialova – PhD in Biology, Senior Researcher, SPIN-code: 1373-3515, AuthorID: 979304.

Статья поступила в редакцию 29.11.2022, одобрена после рецензирования 01.12.2022, принята к публикации 07.12.2022.

The article was submitted 29.11.2022, approved after reviewing 01.11.2022, accepted for publication 07.12.2022.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 336.22

НДС в рыбохозяйственном комплексе: специфика налоговых платежей

Герман Станиславович Зверев¹, Наталья Александровна Гончарова², Анара Омиртаевна Кизабекова³

^{1, 2, 3} Некоммерческая организация «Всероссийская ассоциация рыбохозяйственных предприятий, предпринимателей и экспортеров», Москва, Россия

¹ Varpe@varpe.org

² Natalya.Goncharova@varpe.org

³ Anara.Kizabekova@varpe.org

Аннотация. Поступления по налогу на добавленную стоимость (далее – НДС) по экономике Российской Федерации в целом в 2011–2021 гг. составляет 17–22 % от общего объема всех налогов и сборов, поступивших в консолидированный бюджет Российской Федерации. Однако структура налоговых поступлений по виду экономической деятельности «Рыболовство, рыбоводство» значительно отличается. При том, что в 2011–2021 гг. объем поступлений налогов и сборов в консолидированный бюджет Российской Федерации по указанной выше экономической деятельности вырос более чем в четыре раза и достиг 43,78 млрд руб., доля НДС остается низкой, а ее динамика – нестабильной, в отдельные годы составляла от 2 до 6 % от общего объема налоговых поступлений, а объем поступлений в 2012–2014, 2018 и 2020 гг. был отрицательный.

В целях выявления влияния особенностей деятельности рыбопромышленных предприятий на объем уплачиваемого ими НДС во взаимосвязи с отраслевыми показателями по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство» была проанализирована и выявлена взаимосвязь между объемом уплачиваемого отрасли НДС и результатами деятельности предприятий. В рамках исследования рассмотрен ряд гипотез, объясняющих динамику поступлений НДС и их связь с отраслевыми показателями и институциональными изменениями, влияющими на работу отрасли, построена эконометрическая модель, объясняющая изменение динамики колебания НДС по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство».

Ключевые слова: налог на добавленную стоимость, рыбопромышленная отрасль, инвестиционная квота, инвестиции в основной капитал, доходы бюджета, эконометрический анализ

Для цитирования: Зверев Г.С., Гончарова Н.А., Кизабекова А.О. НДС в рыбохозяйственном комплексе: специфика налоговых платежей // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 44–63.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES

Original article

Value added tax in the Fishing Industry: specific of tax payment

German S. Zverev¹, Natalia A. Goncharova², Anara O. Kizabekova³

^{1, 2, 3} Non-profit organization «All-Russia Association of fisheries enterprises, entrepreneurs and exporters», Moscow, Russia

¹Varpe@varpe.org

²Natalya.Goncharova@varpe.org

³Anara.Kizabekova@varpe.org

Abstract. Revenue from value added tax (hereinafter referred to as VAT) from the whole economy of Russia in 2011-2021 varied between 17-22% of total amount of all taxes and charges received in consolidated budget of the Russian Federation. However, the structure of tax revenues from “Fishing, fish farming” is significantly different. While in 2011-2021 the volume of taxes and charges to the consolidated budget from “Fish and fish farming” more than quadrupled and reached 43.78 billion rubles, the share of VAT remains low and unstable. In some years, VAT revenues varied between 2 and 6 per cent of total tax revenue, while in 2012 - 2014, 2018 and 2020 were negative.

In order to identify what impact fishery business operations and peculiarities of their taxations have on VAT revenues the relationship between the amount of VAT paid by the industry and the results of the enterprises' activities was analyzed and revealed. This research examines the number of hypotheses explaining the dynamics of VAT revenues, their relation to the industry performance and institutional factors that affecting industry. In the second part we have built an econometric model explaining the statistical relationship among VAT revenues, industry financial performance and institutional framework fishery enterprises operate in.

Keywords: Value added tax, fishery industry, investment quota, investment in fixed assets, budget revenues, econometric model

For citation: Zverev G.S., Goncharova N.A., Kizabekova A.O. Value added tax in the Fishing Industry: specific of tax payment. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022;62(4):44–63. (in Russ.).

Введение

В 2011–2021 гг. объем поступлений налогов и сборов в консолидированный бюджет Российской Федерации по виду экономической деятельности «Рыболовство, рыбоводство» вырос более чем в четыре раза и достиг 43,78 млрд руб. (рис. 1). Наиболее значительный рост поступлений произошел в 2015 г. (на 68 % в сравнении с предыдущим годом) и в 2019 г. (на 40 %).

Повышение налоговых поступлений с 2015 г. фиксируется за счет увеличения темпов роста основных видов налоговых доходов консолидированного бюджета от рыбной отрасли (НДФЛ, налог на прибыль организаций, другие налоги). Так, объем поступлений по НДФЛ увеличился на 195 % (с 7,4 млрд руб. в 2015 г. до 21,9 млрд руб. в 2021 г.), по налогу на прибыль организаций – на 181 % (с 4,9 млрд руб. до 11,5 млрд руб.), по другим налогам (местные и региональные налоги и сборы, налоги, предусмотренные специальными налоговыми режимами) – на 134 % (с 3,8 млрд руб. до 9,1 млрд руб.).

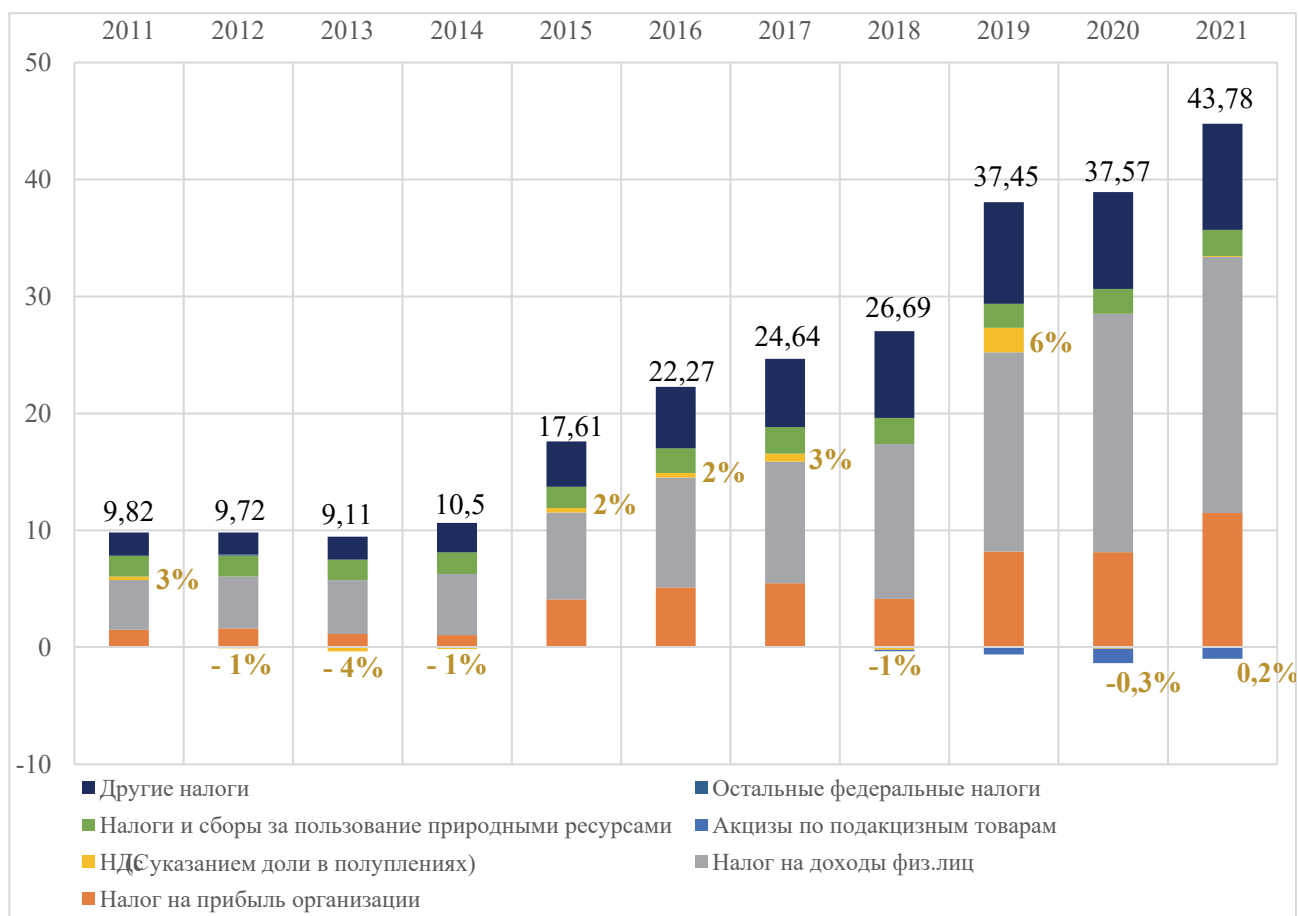


Рис. 1. Динамика и структура налоговых поступлений в консолидированный бюджет по виду экономической деятельности «Рыболовство, рыбоводство» (млрд руб.)

Fig. 1. Dynamics and structure of tax revenues to the consolidated budget by type of economic activity «Fishing, fish farming» (billion rubles)

Вместе с тем самую незначительную долю в структуре налоговых платежей отрасли составляет НДС. Так, объем поступлений по НДС в отдельные годы составлял от 2 до 6 % от общего объема налоговых поступлений от отрасли, а в 2012–2014, 2018 и 2020 гг. был в принципе отрицательным.

Такое положение дел существенно отличается от показателей налоговой отдачи российской экономики в целом. В 2011–2022 гг. в структуре налоговых поступлений доля НДС стабильна и варьируется в границах 17–22 % от общего объема налогов и сборов в консолидированный бюджет Российской Федерации (рис. 2).

Таким образом, в рыбной отрасли НДС занимает незначительную долю среди всех видов налоговых платежей и подвержен серьезным колебаниям, тогда как в целом по экономике поступления по НДС составляют существенную долю в структуре налоговых платежей и демонстрирует устойчивую динамику.

В целях выявления особенностей исчисления НДС и его уплаты предприятиями отрасли проведен анализ динамики поступлений НДС во взаимосвязи с отраслевыми показателями, направленный на выявление корреляционной связи между объемом уплачиваемого отраслью НДС и результатами деятельности предприятий. В рамках исследования рассмотрен ряд гипотез, объясняющих динамику поступлений НДС и его связь с отраслевыми показателями и институциональными изменениями, влияющими на работу отрасли, построена эконометрическая модель, объясняющая колебания НДС по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство».

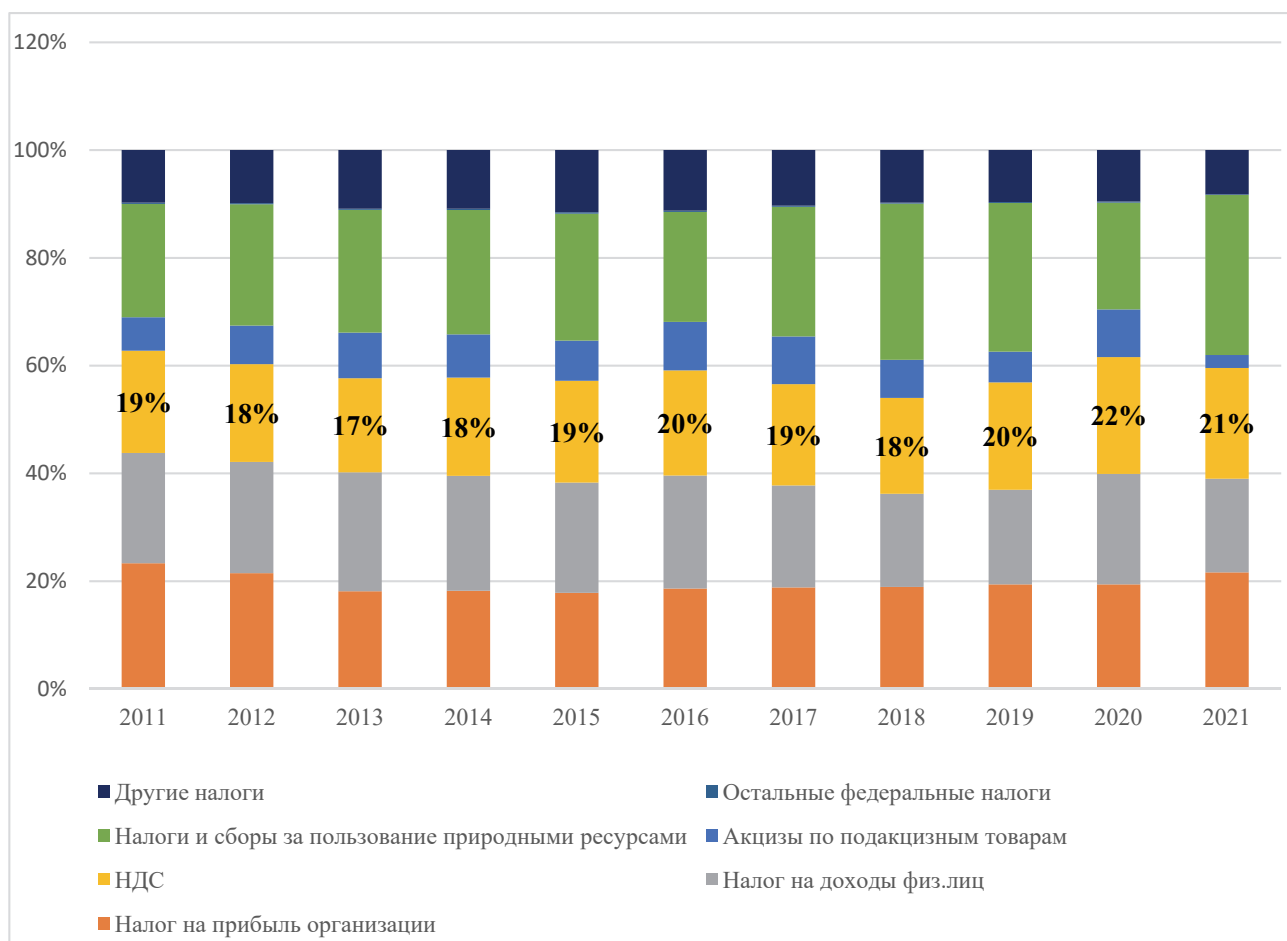


Рис. 2. Структура налогов и сборов, поступивших в консолидированный бюджет всего в экономике (процент)

Fig. 2. Structure of taxes and fees received by the consolidated budget in total in the economy (percentage)

Методы исследования и источники данных

В качестве основных источников информации для анализа используются открытые данные и публикации Росстата, Росрыболовства, ФНС России, информационные и новостные ресурсы в сети «Интернет».

В целях понимания институциональных и нормативных рамок будет проведен анализ нормативных правовых актов, регулирующих налогообложение в рыбопромышленной отрасли, и иных документов. В качестве математического инструментария, позволяющего выявить и проанализировать взаимосвязь ряда показателей, будут использованы методы графического и корреляционно-регрессионного анализа.

В качестве количественных показателей, потенциально влияющих на объем поступлений НДС, использованы показатели финансовых результатов деятельности предприятий рыбной отрасли (табл. 1). В рамках проведенного исследования в качестве переменных выбраны следующие показатели: x^1 – объем поступлений по НДС по приобретенным ценностям, тыс. руб.; x^2 – объем инвестиций в основной капитал, млрд руб.; x^3 – оборот по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство»; x^4 – стоимость экспорта рыбопродукции, млрд долл.; x^5 – объем вылова, тыс. т; x^6 – прибыль до налогообложения, тыс. руб.; x^7 – уровень рентабельности проданных товаров, продукции, работ, услуг; x^8 – индекс потребительских цен на рыбу и пищевые морепродукты.

Таблица 1

Показатели финансовой эффективности рыбопромышленного комплекса

Table 1

Indicators of financial efficiency of the fishing industry

Год	НДС, тыс. руб.	НДС по приобре- тенным ценностям, тыс. руб.	Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	Оборот, млрд руб.	Экспорт рыбной продукции, млрд долл.	Вылов, тыс. т	Прибыль до налога, тыс. руб.	Уровень рентабель- ности, %	Инфляция по морепродуктам, %
2011	304 627	146 926	5,7	125,3	3,18		14 436 666	22,04	110,27
2012	-93 469	82 958	9,7	134,6	2,49	4269,8	22 859 170	21,42	101,91
2013	-355 147	139 762	9,1	133,1	2,83	4296,8	23 048 288	21,52	107,62
2014	-138 953	69 473	10,2	162,4	2,87	4036,4	11 166 165	33,2	119,06
2015	390 344	107 262	8,5	253,7	2,78	4384,4	62 740 354	59,35	120,89
2016	402 008		13	277,6	3,00	4817,9	83 022 622	61,02	108,58
2017	695 693	116240	11,9	293	3,48	4951,7	83 393 796	50	103,82
2018	-214 686	151320	25,4	325,7	4,30	5109,8	98 874 502	53,95	103,69
2019	2098 752	620816	30,3	354,6	4,66	4983,3	134 148 538	62,72	105,16
2020	-122 750	594829	46,9	379,8	4,66	4974,8	112 202 685	52,24	105,18
2021	67 256	950375	51,1	499,76	5,88	5053,4	190 427 633	67,83	110,66

Особенности исчисления и взимания НДС в рыбной отрасли

НДС является одним из основных косвенных налогов, поступающих в федеральный бюджет, и универсальным способом распределения налогового бремени между производителями и потребителями товаров, услуг [1]. Более чем 170 стран применяют НДС [2]. В России данный вид налога начал действовать с 1 января 1992 г., заменив налоги с оборота. В тот период была введена максимальная ставка в размере 28 %.

Некоторые авторы отмечают позитивное влияние НДС на экономический рост [3, 4]. НДС облагает доход, идущий на конечное потребление. Его увеличение является одним из индикаторов повышения качества жизни населения и его покупательской способности [5, 6, 7]. Возможность освобождения от НДС и его возврата способствует увеличению оборотных средств предприятий и имеет позитивное воздействие на инвестирование.

Однако данный вид налога в течение всего времени существования в России подвергается значительной критике, обусловленной рядом сложностей администрирования. Так, наиболее проблемным вопросом, по мнению ряда авторов, является исчисление и уплата НДС при экспортных операциях [8, 9, 10]. С одной стороны, недобросовестные предприниматели используют схемы ухода от налогообложения и требуют необоснованного возмещения. С другой стороны, налоговые органы с целью ужесточения мер контроля нарушают сроки по возмещению налога, что в результате осложняет деятельность добросовестных предпринимателей.

В рыбной отрасли Налоговый кодекс Российской Федерации (пункты 2 и 3 статьи 164) [11] устанавливает следующие размеры ставок налога на добавленную стоимость (далее – НДС) для рыбной продукции:

- в размере 10 % ставка НДС применяется к следующим категориям рыбной продукции: рыба живая, рыбопродукция, в том числе охлажденная, мороженая и продукция других видов обработки, сельдь, консервы и пресервы.

- в размере 20 % ставка НДС применяется к деликатесной рыбной продукции (из ценных пород рыб и морепродуктов), в том числе: икра осетровых и лососевых рыб, белорыбица, лосось балтийский, осетровые рыбы (белуга, бестер, осетр, севрюга, стерлядь), семга, спинки и теши нельмы холодного копчения, кета и чавыча слабосоленые, среднесоленые и семужного посола, спинки кеты, чавычи и кижуча холодного копчения, теши кеты и боковника чавычи холодного копчения, спинки муксуна, омуля, сига сибирского и амурского, чира холодного копчения, пресервы филе – ломтики лосося балтийского и лосося дальневосточного, мясо крабов и наборы отдельных конечностей крабов варено-мороженных, лангусты.

От уплаты НДС («нулевая» ставка) освобождены экспортные и реэкспортные операции с рыбопродукцией, при своевременном документарном подтверждении операции (подпункт 1 пункта 1 статьи 164 Налогового кодекса Российской Федерации).

Федеральным законом от 2 июля 2021 г. № 308-ФЗ «О внесении изменений в статьи 149 и 164 части второй Налогового кодекса Российской Федерации» (вступил в силу с 1 января 2022 г.) введены налоговые льготы для форелеводческих хозяйств: ставка НДС на живую пресноводную форель снижена с 20 до 10 %; от уплаты НДС освобождена реализация (передача для собственных нужд) племенных рыб, а также полученных от них эмбрионов и молоди.

Также налогоплательщик имеет право уменьшить общую сумму НДС за счет налоговых вычетов, применяемых к суммам НДС, которые:

- предъявлены поставщиками (подрядчиками, исполнителями) при приобретении товаров (работ, услуг); уплачены при ввозе товаров на территорию Российской Федерации в таможенных процедурах выпуска для внутреннего потребления, временного ввоза и переработки вне таможенной территории;

- уплачены при ввозе на территорию Российской Федерации товаров, с территории государств-членов Таможенного союза (пункт 2 статьи 171 Налогового кодекса Российской Федерации); предъявлены налогоплательщику при приобретении товаров (работ, услуг), местом реализации которых территория Российской Федерации не признается, за исключением операций, освобождаемых от налогообложения НДС в соответствии со статьей 149 Налогового кодекса Российской Федерации;

- предъявлены налогоплательщику при приобретении рекламных и маркетинговых услуг в целях передачи прав, указанных в подпункте 26 пункта 2 статьи 149 Налогового кодекса Российской Федерации, местом реализации которых территория Российской Федерации не признается.

Таким образом, сумма НДС рассчитывается как разница между суммой налога, исчисленной при реализации товаров (работ, услуг, имущественных прав) покупателям (с учетом операций, освобожденных от уплаты НДС), и суммой налога, предъявленной налогоплательщику при приобретении им товаров (работ, услуг, имущественных прав), используемых для облагаемых НДС операций.

Динамика поступлений НДС по виду экономической деятельности «Рыболовство, рыбоводство» в период 2014–2021 гг.

В период 2014–2017 гг. поступления НДС постепенно увеличивались, но после 2017 г. происходили значительные колебания объема поступлений (рис. 3): в 2018 г. поступления упали с 696 млн руб. до -215 млн руб., после чего в 2019 г. последовал 10-кратный рост поступлений (до 2,099 млрд руб.), за которым в 2020 г. следовало падение до -123 млн. При этом в 2014, 2018 и 2020 гг. объем поступлений НДС был отрицательным, т.е. вычет НДС по приобретенным рыбопромышленными предприятиями товарам (работам, услугам) значи-

тельно превышал начисленный НДС по реализации. В 2019 г. сумма начисленного НДС по реализованным товарам (работам, услугам) значительно превышала сумму налогового вычета и возмещения.

При этом налоговые возвраты по вычету осуществляются преимущественно в третьем-четвертом кварталах, в связи с чем именно в этот период ежегодно фиксируется значительное снижение поступлений по НДС вплоть до отрицательных значений (особенно в 2020–2021 гг.). В 2019 г., напротив, сумма налогов, подлежащая возмещению, незначительна, и объем НДС выше значений 2018 г. в десять раз.

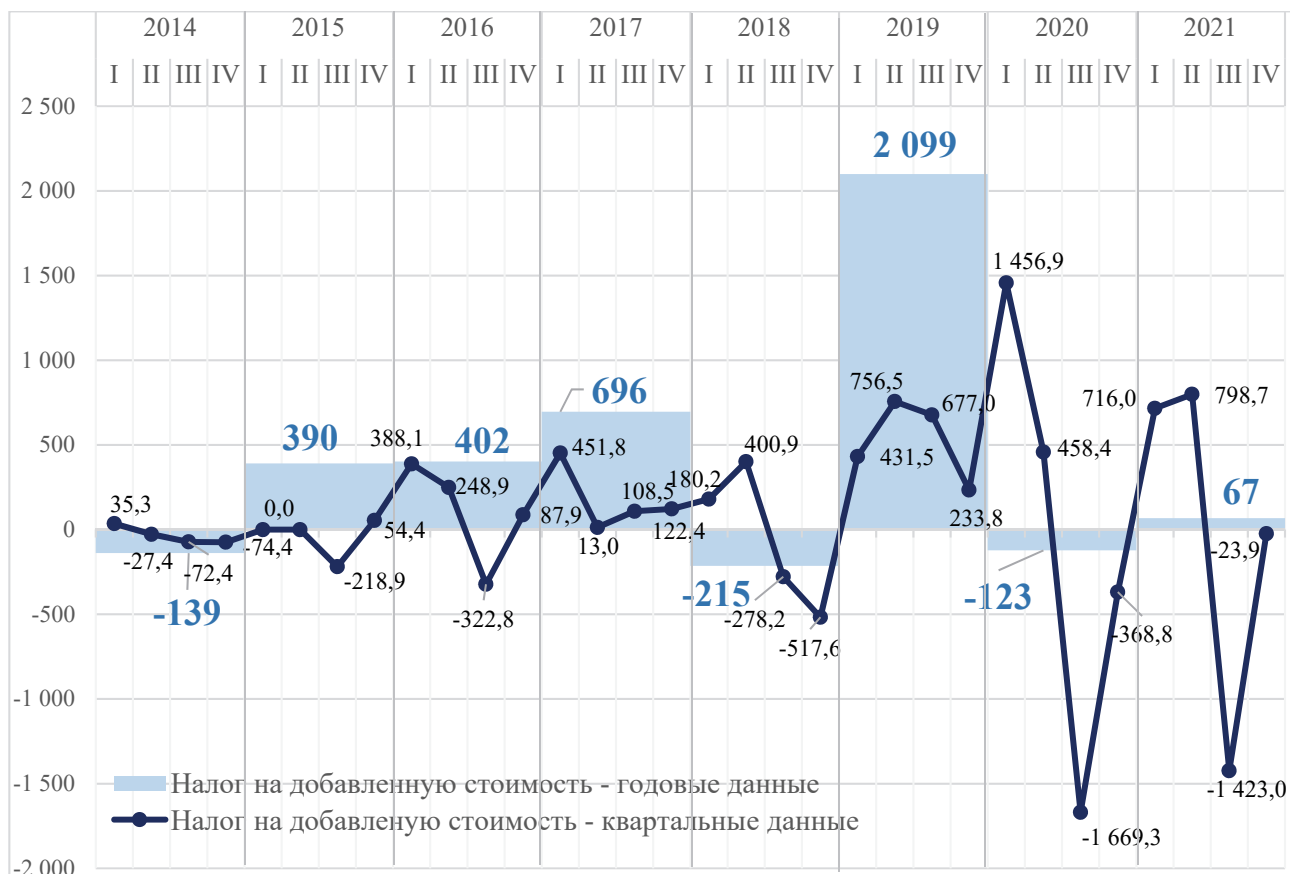


Рис. 3. Соотношение динамики квартальных отчислений и агрегированного годового итога по НДС по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство» (согласно данным ФНС России), млн руб.
Fig. 3. The ratio of the dynamics of quarterly deductions and the aggregated annual total for VAT by type of activity «Fishing, fish farming» (according to the data of the Federal Tax Service of Russia), million rubles

Анализ потенциальной взаимосвязи поступлений НДС и отраслевых показателей Гипотеза 1. Колебания поступлений НДС обусловлены ростом инвестиций.

НДС формируется на основе реализации товаров (работ, услуг) с учетом суммы, подлежащей возмещению по экспортным и реэкспортным операциям, и суммы, подлежащей налоговому вычету на товары, работы и услуги, приобретенные для внутреннего потребления и переработки. При этом сумма, подлежащая налоговому возмещению, как правило, производится после окончания камеральной проверки, которая продолжается два месяца (пункт 2 статья 88 Налогового кодекса Российской Федерации).

В соответствии со статьей 171 Налогового кодекса Российской Федерации при строительстве рыбопромыслового флота и береговой перерабатывающей инфраструктуры применяется налоговый вычет.

Поквартальная динамика поступлений НДС и их разносторонняя направленность (рис. 4) может указывать на широкое использование организациями рыбохозяйственного комплекса налоговых вычетов при осуществлении инвестиционной деятельности. На рис. 4 **прослеживается** обратная взаимосвязь между квартальными значениями инвестиций в основной капитал по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство» в 2018–2021 гг. и объемами поступлений НДС. В кварталах, где отмечается наибольший рост инвестиций (в IV квартале 2018 и 2019 гг., в III квартале 2020 и 2021 гг.), наблюдается и увеличение налоговых вычетов.

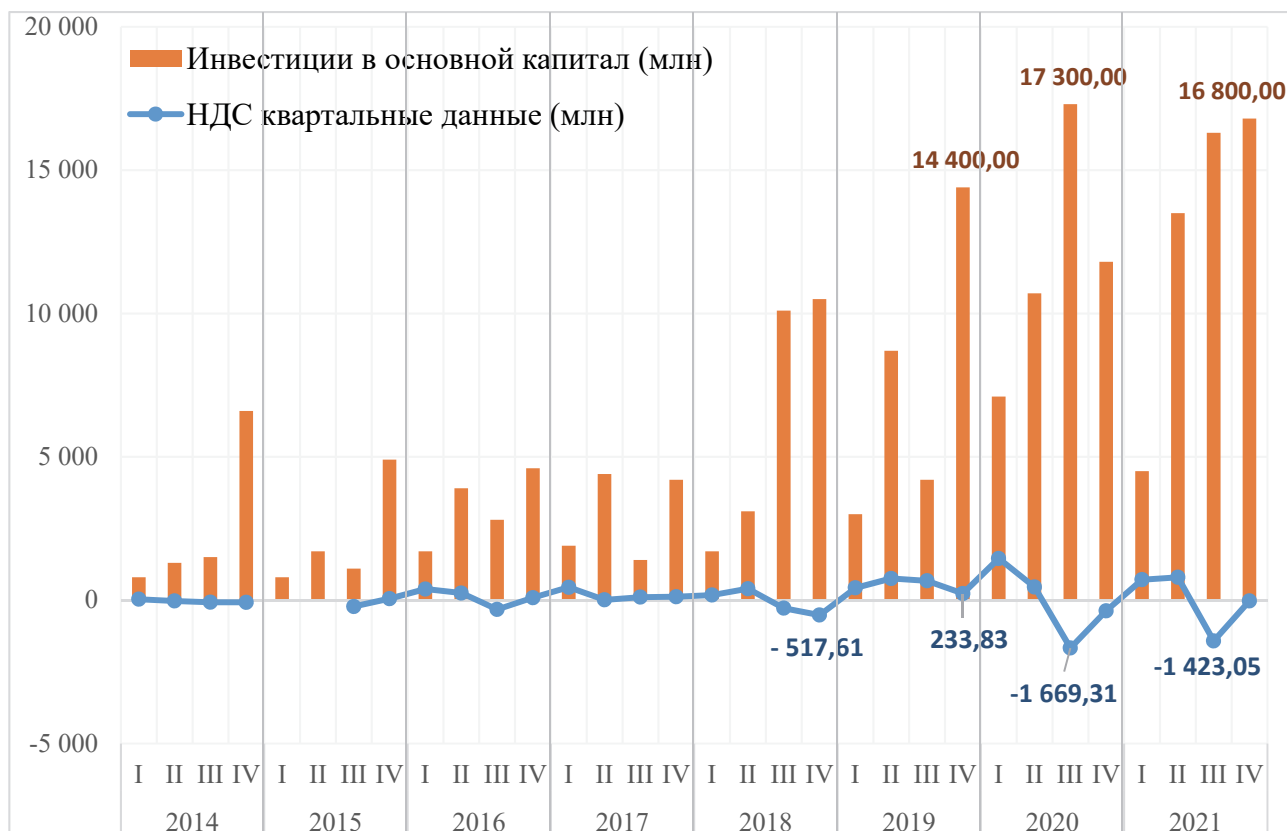


Рис. 4. Соотношение инвестиций в основной капитал (данные Росстата) и объемы НДС поквартально
Fig. 4. The ratio of investments in fixed assets (Rosstat data) and VAT volumes, quarterly

В период 2020–2021 гг. происходит увеличение количества размещаемых заказов/подрядов по строительству рыбопромысловых судов и береговых перерабатывающих заводов (в том числе в рамках программы инвестиционных квот). С учетом особенностей оплаты контрактов по строительству рыбопромысловых судов (в несколько этапов [12]) целесообразно рассматривать количество судов, строительство которых завершено и строительство которых продолжается (рис. 5).

За указанный период было начато строительство 60 судов на общую ориентировочную стоимость 116 млрд руб. (порядка 90 млрд руб. – в 2020 г. и 26,8 млрд руб. – в 2021 г.). Завершено строительство 16 судов на общую ориентировочную стоимость 34 млрд руб. (на 14,7 млрд руб. – в 2020 г. и 19,7 млрд руб. – в 2021 г.). За счет чего была предъявлена значительная сумма для возмещения НДС по приобретенным товарам (работам, услугам).

Необходимо также отметить тот факт, что большая часть видов рыбопродукции облагается НДС в размере 10 %, в то время как стоимость контракта по строительству судна облагается НДС в размере 20 %. Ставка НДС по приобретениям рыбопромышленных предприя-

тий (для расчета налогового вычета) в два раза выше ставки НДС по продукции, реализуемой рыбопромышленными предприятиями.

Вывод: взаимосвязь объема поступлений по НДС и объема инвестиций по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство» подтверждена.

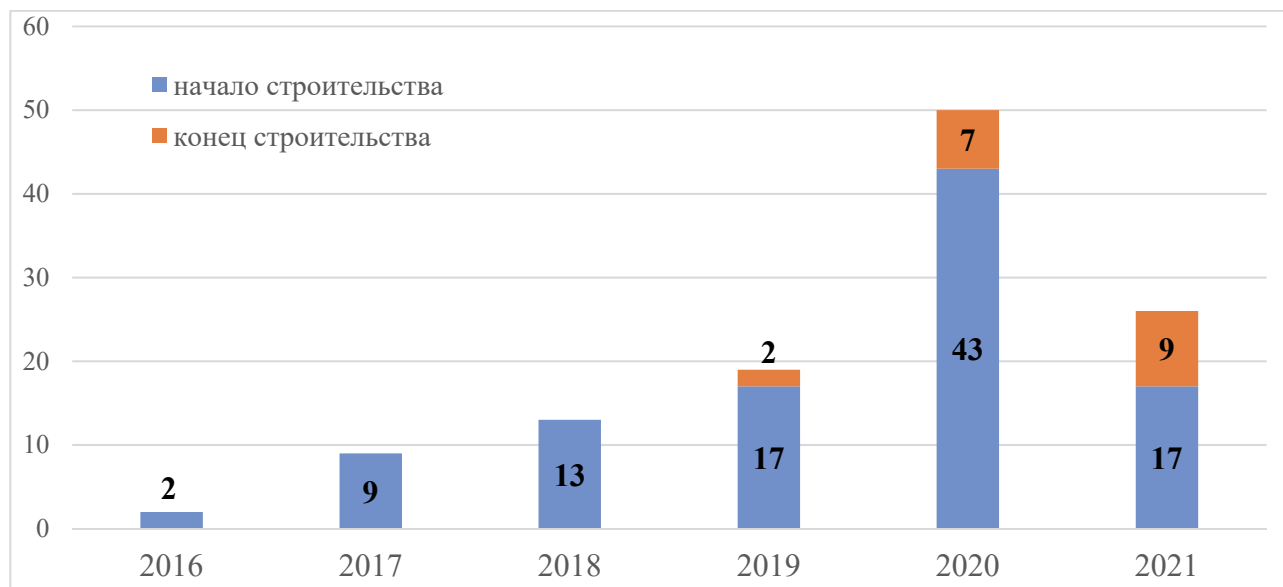


Рис. 5. Количество рыбопромысловых судов, строительство которых начато и (или) завершено, по годам

Fig. 5. The number of fishing vessels whose construction has been started and (or) completed, by year

Гипотеза 2. Колебания поступлений по НДС обусловлены изменением отраслевой прибыли.

Инвестиции отражают только одну составляющую объема поступлений по НДС – стоимость приобретенных товаров (работ, услуг), по которым возможно получение вычета. В то же время прибыль организаций – разница между совокупной стоимостью реализованных ими товаров и расходами (приобретениями) организаций – отражает обе составляющие объема поступлений НДС, а именно – дельту стоимости реализованных товаров (на которые начисляется НДС) и приобретенных товаров (по которым положен налоговый вычет).

Для проверки гипотезы на основе данных Росстата был построен график прибыли организаций (рис. 6). На графике видно, что в 2015–2019 гг. и 2020–2021 гг. объем поступлений НДС и прибыль в рыбной отрасли росли (за исключением 2018 г.), но темпы роста не соизмеримы и не находятся ни в линейной, ни в геометрической прогрессии относительно друг друга.

Вывод: однонаправленность показателей наблюдается только до 2017 г. В 2018–2021 гг. показатели разнонаправлены.

Гипотеза 3. Колебания поступлений НДС обусловлены отраслевой рентабельностью.

На рис. 7 представлено соотношение поступлений НДС и рентабельности проданных рыбопромышленными предприятиями товаров (работ и услуг). Здесь наблюдается схожая динамика, что и в предыдущем графике: в период 2014–2021 гг. рентабельность и объем поступлений по НДС изменяются однонаправленно (за исключением 2017–2018 гг.), однако степень чувствительности поступлений НДС к изменениям рентабельности товаров от года к году разнится.

Вывод: изменение рентабельности также не способно описать колебание НДС после 2017 г.

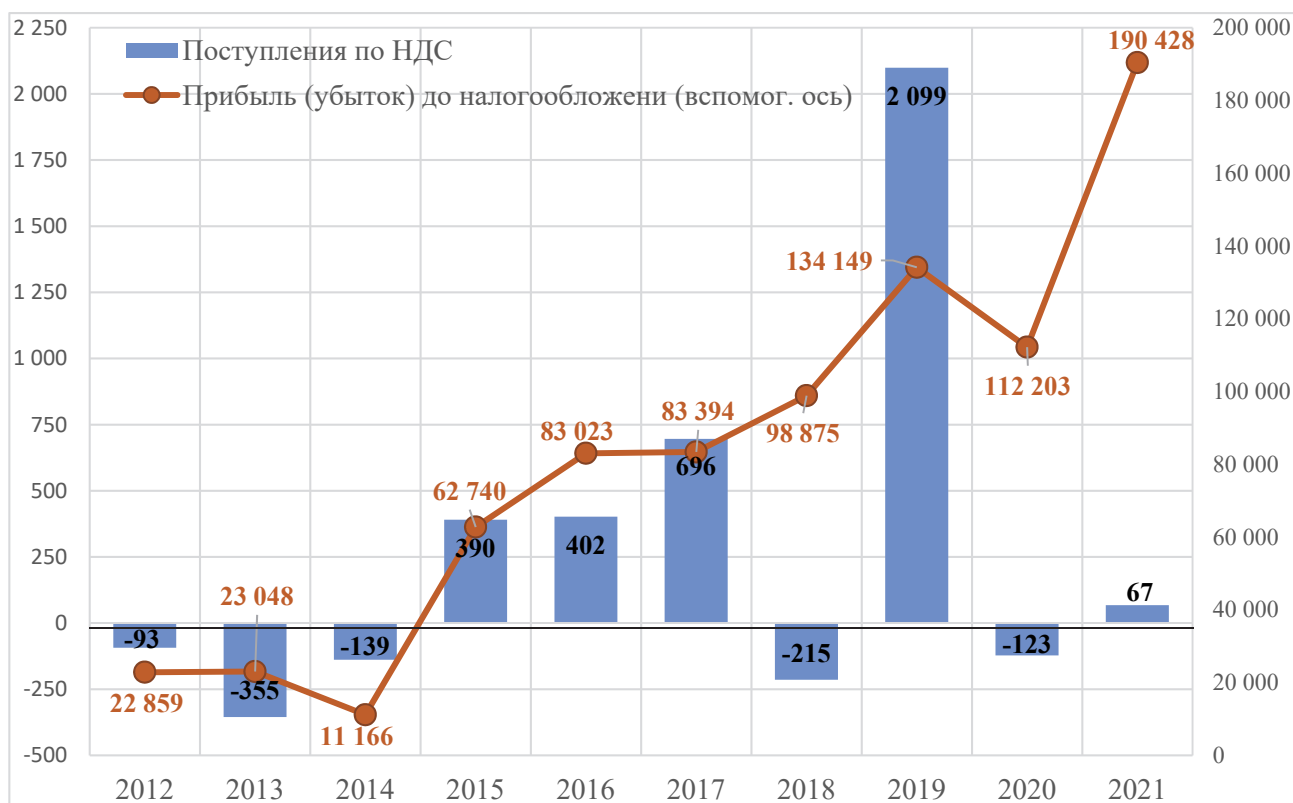


Рис. 6. Соотношение прибыли по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство» к налогу на прибыль организации и НДС, млн руб.

Fig. 6. The ratio of profit by type of activity «Fishing, fish farming» to the profit tax of the organization and VAT, million rubles

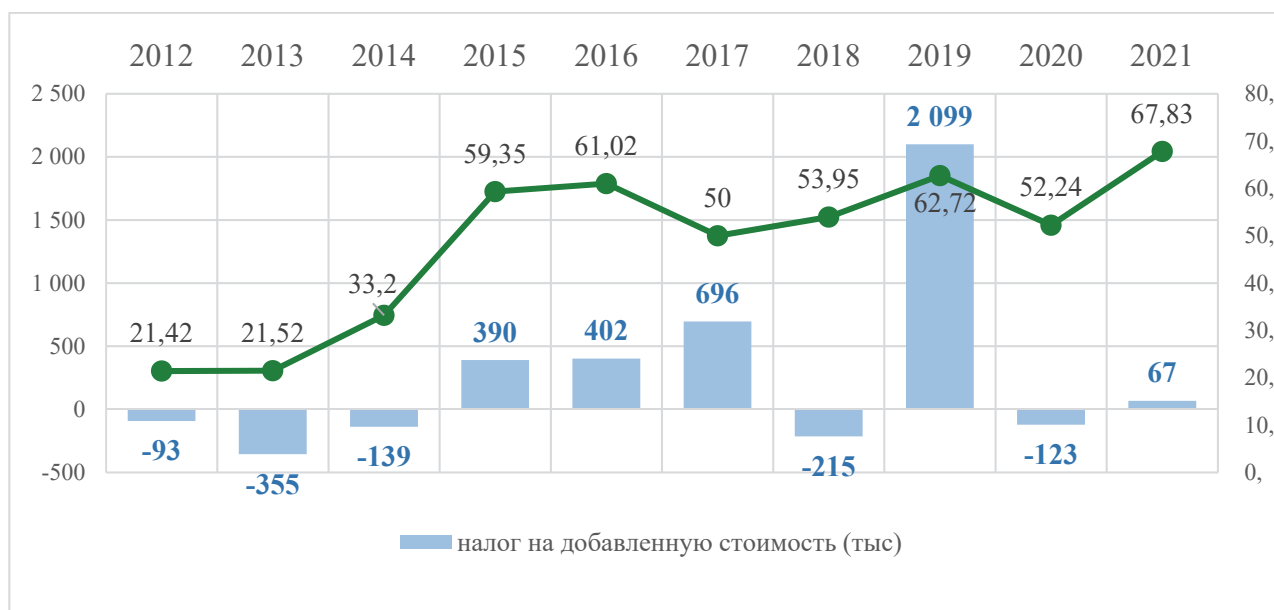


Рис. 7. Соотношение уплаченного НДС (млн руб.) и рентабельности проданных товаров, продукции, работ и услуг, %

Fig. 7. The ratio of VAT paid (million rubles) and the profitability of goods, products, works and services sold, %

Гипотеза 4. Колебания поступлений НДС обусловлены колебаниями вылова водных биологических ресурсов.

Добываемые водные биоресурсы составляют сырьевую базу для производства продукции, облагаемой НДС при реализации, в связи с чем предполагается, чем выше вылов водных биоресурсов – тем выше поступления НДС по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство». Для подтверждения гипотезы проанализирована динамика вылова по наиболее облавливаемым видам водных биоресурсов: минтай, треска атлантическая (ставка НДС на продукцию = 10 %), тихоокеанские лососи (ставка НДС на отдельные виды продукции = 20 %).

Согласно рис. 8 в годы наибольшего объема вылова объем поступлений по НДС, напротив, достаточно низкий. Так, в 2021 г. суммарный объем вылова по указанным видам составил 2,6 млн т, а объем поступлений по НДС достигал 67,26 млн руб. При этом в 2018 г. при схожем объеме вылова (2,68 млн т) суммарный НДС показал отрицательное значение и составил -214,69 млн руб.

Вывод: графический анализ не подтверждает наличие прямой линейной связи между объемом вылова ВБР и поступлений НДС после 2018 г.



Рис. 8. Соотношение динамики объема вылова минтая, трески атлантической, тихоокеанских лососей к объему поступлений по НДС по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство»

Fig. 8. The ratio of the dynamics of the volume of catch of pollock, Atlantic cod, Pacific salmon to the volume of VAT receipts by type of activity «Fishing, fish farming»

Гипотеза 5. Колебания поступлений НДС обусловлены динамикой стоимости экспорта продукции из ВБР.

По экспортным операциям организации имеют право оформить возврат уплаченного НДС, в связи с чем предполагается, что объем поступлений по НДС и стоимость экспорта рыбопродукции находятся в обратно пропорциональной зависимости.

На рис. 9 динамика стоимости экспортных поставок рыбопродукции из России на основе данных ФТС России наложена на динамику поступлений НДС по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство». Из графика следует, что оба показателя имеют разнонаправленную динамику. Так, объем экспорта в стоимостном выражении стабильно рос с 2016 по 2021 г., в то время как поступления по НДС то увеличивались, то снижались.

Вывод: графический анализ динамики объема экспорта в стоимостном выражении не показывает связи с НДС.



Рис. 9. Соотношение динамики объема экспорта российской рыбопродукции в стоимостном выражении к объему поступлений по НДС по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство»

Fig. 9. The ratio of the dynamics of the volume of exports of Russian fish products in value terms to the volume of VAT receipts by type of activity «Fishing, fish farming»

Гипотеза 6. Колебания поступлений НДС обусловлены иными институциональными факторами.

Необходимо отметить, что в 2019 г. фиксируется «статистическая аномалия» в динамике поступлений по НДС. Эта аномалия может быть объяснена совокупностью следующих факторов.

1. Рост НДС в 2019 г. может быть вызван **изменением налоговой ставки НДС с 18 до 20 %**, который на практике вызвал ряд затруднений в пересчете фактических платежей в бюджет.

Переход с 1 января 2019 г. на ставку в 20 % проводился без разработки ясной методологии правоприменения, что в первую очередь отразилось на предприятиях, применяющих авансовую форму расчетов или предоплату. В результате, после осуществления поставок в 2019 г. (или позднее) у налоговых органов возникали вопросы к исчислению базы НДС: с момента внесения платежей или по факту поставки рыбопродукции, особенно если она производилась по партиям, дискретно. Кроме того, повышение ставки НДС на 2 п.п. не повышало автоматически стоимость контрактов (если контракт был подписан до повышения ставки) [13].

2. На объем поступлений НДС в 2019 году мог повлиять **«правоприменительный ре-бус» при получении возврата по экспортным операциям.**

В соответствии с действующим законодательством российские рыбопромышленники имеют право на возмещение 10 % НДС при экспорте своей продукции. Тем не менее предприятиям, осуществлявшим промысел в исключительной экономической зоне Российской Федерации (далее – ИЭЗ России) и экспортирующим продукцию с начала 2019 г., отказывали в возмещении экспортных НДС [14, 15, 16, 17]. Так, с проблемой отказа на возмещение в размере 39,7 млн руб. в 2019 г. столкнулась компания «Дальтрансфлот» (дело № А51-212/2018).

Аналогичные отказы в возмещении НДС поступали от Арбитражного суда Приморского края в адрес: ООО «Алитет-ДВ» по реализации рыбопродукции в Республику Корея транзи-

том через порт Владивосток от ОАО «НБАМР» (дело № А51-3973/2021), АО «ДМП-РМ» и ПАО «ПБТФ» (дело № А51-24737/2019); ООО «РВД ЮВА 1» по приобретению рыбопродукции у ООО «Востокрыбпром» и ЗАО «Интрарос».

При принятии решений ФНС России руководствовалась тем, что ИЭЗ России не относится к территории российского налогообложения, поскольку по смыслу положений статьи 2 Федерального закона от 31 июля 1998 г. № 155-ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» территориальное море Российской Федерации – это примыкающий к сухопутной территории или к внутренним морским водам морской пояс шириной 12 морских миль, отмеряемых от исходных линий; внешняя граница территориального моря является государственной границей Российской Федерации (письмо Минфина России от 24 октября 2019 г. № 03-07-03/81914). Следовательно, товар в момент отгрузки находился за пределами территории Российской Федерации, а операции по поставке товара не подлежали обложению НДС по правилам статьи 147 Налогового кодекса Российской Федерации. Это было подтверждено определением Верховного суда Российской Федерации от 19 июля 2021 г. № 303-ЭС21-9319 в отношении «РМД ЮВА-1», принадлежащей ОАО «РРПК», о необоснованности предъявления обществом налоговых вычетов по взаимоотношениям с ЗАО «Интрарос» по приобретению рыбопродукции за пределами территории Российской Федерации.

Впоследствии в целях решения этой проблемы статья 147 Налогового кодекса Российской Федерации была дополнена пунктом 3 (Федеральный закон от 23 ноября 2020 г. № 374-ФЗ), согласно которому «в целях настоящей главы местом реализации товаров в виде водных биологических ресурсов, добытых в исключительной экономической зоне Российской Федерации, и (или) товаров, произведенных из водных биологических ресурсов, добытых в исключительной экономической зоне Российской Федерации, признается территория Российской Федерации в случае, если в момент начала отгрузки и транспортировки указанные товары находятся в исключительной экономической зоне Российской Федерации». Поправка вступила в силу 1 января 2021 г.

Вывод: влияние отдельных институциональных факторов на объем поступлений НДС подтверждается.

Основные результаты эконометрического моделирования

На основании проведенного выше анализа была построена эконометрическая модель, способная объяснить динамику поступлений НДС на основании совокупного влияния переменных.

Первым шагом с целью определения факторов, влияющих на НДС, видов и степени связи между переменными и их дальнейшего отбора для построения множественной регрессии построена матрица парных корреляций.

Анализ полученной матрицы подтверждает выводы графического анализа о слабой взаимосвязи отдельных отраслевых показателей с объемом поступлений по НДС в 2011–2021 гг. Коэффициенты корреляции варьируются от -0,11 до 0,44. Также зафиксирована тесная корреляция ряда показателей между собой (мультиколлинеарность). В особенности между показателями, характеризующими прибыльность отрасли.

Таким образом, в целях повышения описательной способности регрессионной модели были выбраны показатели, отвечающие следующим характеристикам: а) имеющие потенциально наибольшее влияние на НДС на основании анализа нормативных правовых актов, регулирующих порядок начисления НДС, и графиков динамики отраслевых показателей; б) имеющие наиболее высокий коэффициент корреляции с объемом поступлений НДС; в) имеющие наименьшую степень взаимосвязи друг с другом (табл. 3).

Эконометрическая характеристика модели за 2011–2021 гг. представлена в табл. 4.

Таблица 2

Матрица парных корреляций показателей финансовых результатов деятельности предприятий рыбной отрасли

Table 2

Matrix of paired correlations of financial performance indicators of fishing industry enterprises

№	Показатели	y	x ¹	x ²	x ³	x ⁴	x ⁵	x ⁶	x ⁷	x ⁸
y	НДС, тыс. руб.	1,00	0,29	0,07	0,27	0,23	0,35	0,35	0,44	-0,11
x ¹	НДС по приобретенным ценностям, тыс. руб.	0,29	1,00	0,92	0,84	0,91	0,62	0,88	0,65	-0,14
x ²	Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	0,07	0,92	1,00	0,89	0,94	0,69	0,87	0,61	-0,24
x ³	Оборот «Рыболовство, рыбоводство», млрд руб.	0,27	0,84	0,89	1,00	0,93	0,85	0,98	0,88	-0,15
x ⁴	Стоимость экспорта	0,23	0,91	0,94	0,93	1,00	0,79	0,93	0,66	-0,23
x ⁵	Вылов, тыс. т	0,35	0,62	0,69	0,85	0,79	1,00	0,86	0,75	-0,52
x ⁶	Прибыль до налога	0,35	0,88	0,87	0,98	0,93	0,86	1,00	0,86	-0,22
x ⁷	Уровень рентабельности	0,44	0,65	0,61	0,88	0,66	0,75	0,86	1,00	0,08
x ⁸	Инфляция по рыбной продукции	-0,11	-0,14	-0,24	-0,15	-0,23	-0,52	-0,22	0,08	1,00

Таблица 3

Показатели, выбранные для построения регрессионной модели

Table 3

The indicators selected for the construction of the regression model

Год	НДС, тыс. руб.	НДС по приобретенным ценностям, тыс. руб.	Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	Стоимость экспорта	Уровень рентабельности	Инфляция по рыбной продукции
	y	x ¹	x ²	x ⁴	x ⁷	x ⁸
2011	304627	146926	5,7	3,18	22,04	110,27
2012	-93469	82958	9,7	2,49	21,42	101,91
2013	-355147	139762	9,1	2,83	21,52	107,62
2014	-138953	69473	10,2	2,87	33,2	119,06
2015	390344	107262	8,5	2,78	59,35	120,89
2016	402008		13	3,01	61,02	108,58
2017	695693	116240	11,9	3,49	50	103,82
2018	-214686	151320	25,4	4,30	53,95	103,69
2019	2098752	620816	30,3	4,66	62,72	105,16
2020	-122750	594829	46,9	4,66	52,24	105,18
2021	67256	950375	51,1	5,88	67,83	110,66

Таблица 4

Эконометрическая характеристика модели за 2011–2021 гг.

Table 4

Econometric characteristics of the model for 2011–2021

Регрессионная статистика					
Множественный R		0,82921957			
R-квадрат		0,6876051			
Нормированный квадрат	R-	0,3752102			
Стандартная ошибка		540668,184			
Наблюдения		11			
Дисперсионный анализ		Значимость			
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F</i>
Регрессия	5	3,21712E+12	6,43423E+11	2,201076572	0,203448806
Остаток	5	1,46161E+12	2,92322E+11		
Итого	10	4,67873E+12			
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	<i>t</i> -статистика	<i>P</i> -значение	
Y-пересечение	4764205,21	3959204,01	1,203324001	0,282712175	
x^1	3,64946858	1,721093375	2,120436133	0,087457238	
x^2	-83576,417	33902,13141	-2,465226047	0,05686247	
x^4	-9662,9012	546096,5285	-0,017694493	0,986566945	
x^7	30358,606	13697,99799	2,216280511	0,07748983	
x^8	-47634,366	31806,66183	-1,497622286	0,194496688	

В результате построенная регрессионная модель, включающая все переменные из табл. 3, описывает только 37 % дисперсии, демонстрируя свою низкую описательную способность.

Поскольку наибольшие колебания поступлений по НДС, обусловленные институциональными факторами, зафиксированы после 2018 г., также построена аналогичная модель за 2011–2018 гг. Качество данной модели возросло в 2 раза: коэффициент детерминации вырос до 92 %, *F*-критерий уменьшился как минимум до уровня значимости 0,05 (табл. 5), подтверждая, что выбранные количественные показатели достаточно хорошо описывают изменение поступлений НДС. Однако результат говорит о необходимости корректирования модели с учетом институциональных воздействий на отрасль после 2018 г.

Поэтому было решено включить в формулу дополнительную бинарную переменную *G*, значение которой равно единице в 2019–2021 гг., нулю – в другие периоды (табл. 6).

Получившаяся модель описывает до 96 % (модифицированный R^2) колебаний поступлений по НДС, *P*-значения всех независимых переменных стали значительно ниже уровня значимости (кроме показателя НДС по приобретенным ценностям – *P*-уровень значимости превышает 0,05), уменьшилась стандартная ошибка аппроксимации. Демонстрируется достаточно высокое качество модели. В ходе дальнейших исследований доказано, что сокращение учитываемых в модели переменных до пяти (за счет исключения x^1) не снижает качество модели – коэффициент детерминации составляет 94 %.

Таблица 5

Эконометрическая характеристика модели за 2011–2018 гг.

Table 5

Econometric characteristics of the model for 2011–2018

Регрессионная статистика					
Множественный R	0,989165271				
R-квадрат	0,978447934				
Нормированный R-квадрат	0,924567768				
Стандартная ошибка	102155,0511				
Наблюдения	8				
Дисперсионный анализ					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Значимость <i>F</i>
Регрессия	5	9,47542E+11	1,89508E+11	18,15970538	0,053012381
Остаток	2	20871308913	10435654457		
Итого	7	9,68413E+11			

Таблица 6

Скорректированная эконометрическая характеристика модели за 2011–2021 гг.

Table 6

Adjusted econometric characteristics of the model for 2011–2021

Регрессионная статистика					
Множественный R	0,991837077				
R-квадрат	0,983740787				
Нормированный R-квадрат	0,959351968				
Стандартная ошибка	137906,1429				
Наблюдения	11				
Дисперсионный анализ					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Значимость <i>F</i>
Регрессия	6	4,60265E+12	7,67109E+11	40,33572793	0,001551995
Остаток	4	76072416987	19018104247		
Итого	10	4,67873E+12			
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	<i>t</i> -статистика	<i>P</i> -значение	
Y-пересечение	1676829,973	1072684,025	1,563209607	0,193042241	
x ¹	-1,233880506	0,721140353	-1,711012983	0,162248156	
x ²	-113127,0795	9314,601132	-12,14513406	0,000263733	
x ⁴	633540,7982	158368,4537	4,000422958	0,016124417	
x ⁷	23686,24086	3580,279239	6,615752368	0,002706563	
x ⁸	-27589,31792	8445,87365	-3,266603204	0,030887869	
G	3032324,307	355263,0477	8,535434031	0,001033992	

Таким образом, формула модели выглядит следующим образом:

$$y = -112653,24x^2 + 459309,84x^4 + 25704,9x^7 - 33574,6x^8 + 2648092,7 + 2550070,46G$$

На основании данной модели наибольшее влияние имеет переменная x^4 (стоимость экспорта рыбопродукции) – коэффициент составляет 459309,84. Однако изначальные величины переменных слишком разнятся. Для того, чтобы нивелировать влияние величин исходных факторов на весовые коэффициенты, данные были нормированы.

После нормирования исходных числовых значений и приведения их к единому масштабу с центрированием в диапазоне от -1 до 1 установлено, что наиболее значимое влияние на НДС оказывает переменная x^2 «инвестиции в основной капитал», затем институциональные (качественные) факторы государственного управления в рыбной отрасли, стоимость экспорта и рентабельность (табл. 7).

Таблица 7

Результаты дисперсионного анализа с учетом нормирования переменных

Table 7

Results of the analysis of variance taking into account the normalization of variables

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	Pr(> t)
x2	-2,65660	0,23692	-11,213	3,00e-05
x4	0,71975	0,20507	3,510	0,012674
x7	0,67393	0,09559	7,050	0,000407
x8	-0,30396	0,07496	-4,055	0,006690
G	1,74327	0,15909	10,958	3,43e-05

Заключение

В статье была проанализирована особенность исчисления НДС и его уплаты предприятиями рыбной отрасли, на основании графиков проведен анализ динамики поступлений НДС и отраслевых показателей, проведен эконометрический анализ и построена линейная регрессионная модель.

Анализ графиков взаимосвязи НДС с отраслевыми показателями и построенные модели демонстрируют тесное влияние показателей финансовых результатов отрасли на объем поступлений НДС только до 2018 г. (см. табл. 5). Однако в период 2019–2021 гг. более существенное влияние имеют изменения, обусловленные началом фазы активной реализации программы инвестиционных квот и других институциональных факторов, связанных с государственным управлением в рыбной отрасли.

Так, по итогам анализа графиков **подтверждение получила гипотеза об отрицательной корреляционной связи между объемом поступлений НДС и объемом инвестиций**. В кварталах, где зафиксирован наибольший рост инвестиций, отрицательные поступления по НДС, что может быть обосновано превалярованием объема вычета по НДС на приобретенные рыбопромышленными предприятиями товары, работы и услуги над объемом начисленного НДС по реализованным ими товарам.

Подтверждена гипотеза о влиянии иных институциональных факторов на объем поступлений НДС после 2018 г., например, повышения ставки НДС, практики администрирования поступлений по нему.

Вместе с тем схожая направленность роста отраслевой прибыли и рентабельности к поступлениям НДС дают основание полагать о частичном влиянии этих факторов на совокупную динамику поступлений НДС по отрасли только до 2018 г.

Построенная линейная модель подтверждает выводы, сделанные на основании графиков. На колебание объемов поступлений НДС до 2018 г. влияет совокупность показателей реализации товаров и показателей, характеризующих объемы налогового возврата – коэффициент детерминации модели равен 92 % (нормированный R^2).

Однако в период 2019–2021 гг. большее воздействие уже имеют факторы институциональных изменений и государственного вмешательства в рыбной отрасли. Описательная способность модели за 2011–2021 гг. повышается до 94 % только после включения в нее бинарной переменной G .

При этом наиболее значительное влияние оказывает переменная «инвестиции в основной капитал», затем институциональные (качественные) факторы государственного управления в рыбной отрасли, стоимость экспорта и рентабельность (см. табл. 7).

Список источников

1. Алимурзоева М.Г., Алиев Б.Х., Маликова К.Р. Налог на добавленную стоимость и его роль в формировании доходов бюджета // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 7. С. 92–96.
2. Consumption tax trends 2020/ Consumption tax figures: Main trends and figures // OECD [Electronic source]. URL: https://read.oecd-ilibrary.org/taxation/consumption-tax-trends-2020_152def2d-en#page14 (date of application: 15.11.2022).
3. Inimino, E. E., Otubu, O. P., & Akpan, J. E. Value Added Tax and Economic Growth in Nigeria // *International Journal of Research and Innovation in Social Sciences*. 2018. 2(10). P. 211–219.
4. Hassan, B. The Role of Value Added Tax in the Economic Growth of Pakistan // *Journal of Economics and Sustainable Development*. 2015. 6(13). P. 174–183.
5. Miki B. The effect of the VAT rate change on aggregate consumption and economic growth. 2011.
6. Дергилева Д.А., Решетникова Н.И. Значение и роль налога на добавленную стоимость в бюджетной системе Российской Федерации // *Перспективы инновационного развития российской экономики на современном этапе: тр. Всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск, 2016*. С. 126.
7. Kalaš V., Milenković N. The role of value added tax in the economy of Serbia // *Ekonomika*. 2017. Т. 63, №. 2. С. 69–78.
8. Таюрская О.В. Налог на добавленную стоимость – проблемы исчисления и оплаты // *Вестн. Иркутского государственного технического университета*. 2015. №. 5(100). С. 276–280.
9. Мищенко А.Д., Кузьмичева И.А. Налог на добавленную стоимость в России и за рубежом // *Фундаментальные исследования*. 2015. №. 5–3. С. 635–639.
10. Замула Е.В., Кузьмичева И.А. Налоговые риски предприятия и пути их минимизации // *Международ. журн. прикладных и фундаментальных исследований*. 2014. № 8–3. С. 118–122.
11. Федеральный закон «Налоговый кодекс Российской Федерации» (часть 2) от 05.08.2000 №117-ФЗ (с изменениями 2022 года) [Электронный ресурс]. URL: <http://nalog.garant.ru/fns/nk/a9a754f9362cc6d913de8ff6886b8c4c/> (дата обращения: 17.11.2022).
12. Организация финансирования судостроительного проекта // *Русская пелагическая исследовательская компания* [Электронный ресурс]. URL: http://ruspelagic.ru/organizaciya_finansirovaniya_sudost1 (дата обращения: 15.11.2022).
13. Постановления Пленума Высшего арбитражного суда Российской Федерации от 30 мая 2014 г. № 33.
14. ФНС отказывает в возмещении НДС рыбопромышленным экспортерам // *Общественный совет при ФТС России* [Электронный ресурс]. URL: <https://www.osfts.ru/novosti/2019/792-fns-otkazyvaet-v-vozmeshchenii-nds-rybopromyshlennym-eksporteram> (дата обращения: 15.11.2022).

15. Позиция ФНС по возврату НДС для экспортеров водных биоресурсов позволит рыбакам избежать возможных финансовых потерь – Герман Зверев [Электронный ресурс]. URL: <https://portnews.ru/news/295677/> (дата обращения: 15.11.2022).

16. Рыбу признали российской // Коммерсантъ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4501894> (дата обращения: 15.11.2022).

17. Экспортеры не соблюли все условности // Коммерсантъ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4198752> (дата обращения: 15.11.2022).

References

1. Alimirzoeva M.G., Aliyev B.H., Malikova K.R. Value added tax and its role in the formation of budget revenues // *Fundamental research*. 2017. No. 7. P. 92–96.

2. Consumption tax trends 2020/ Consumption tax figures: Main trends and figures // OECD [Electronic source]. URL: https://read.oecd-ilibrary.org/taxation/consumption-tax-trends-2020_152def2d-en#page14 (date of application: 15.11.2022).

3. Inimino, E.E., Otubu, O.P., & Akpan, J.E. Value Added Tax and Economic Growth in Nigeria. *International Journal of Research and Innovation in Social Sciences*. 2018. 2(10). 211–219.

4. Hassan, B. The Role of Value Added Tax in the Economic Growth of Pakistan. *Journal of Economics and Sustainable Development*. 2015. 6(13). P. 174–183.

5. Miki B. The effect of the VAT rate change on aggregate consumption and economic growth. 2011.

6. Dergileva D.A., Reshetnikova N.I. The value and role of value added tax in the budget system of the Russian Federation. 2016. P. 126.

7. Kalaš B., Milenković N. The role of value added tax in the economy of Serbia // *Ekonomika*. 2017. Vol. 63, no. 2. P. 69–78.

8. Tayurskaya O.V. Value added tax- problems of calculation and payment // *Bulletin of Irkutsk State Technical University*. 2015. No. 5(100). P. 276–280.

9. Mishchenko A.D., Kuzmicheva I.A. Value added tax in Russia and abroad // *Fundamental Research*. 2015. No. 5–3. P. 635–639.

10. Zamula E.V., Kuzmicheva I.A. Tax risks of the enterprise and ways of their minimization // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2014. No. 8–3. P. 118–122.

11. Federal Law "Tax Code of the Russian Federation" (Part 2) dated 05.08.2000 No. 117-FZ (as amended in 2022) [Electronic resource]. URL: <http://nalog.garant.ru/fns/nk/a9a754f9362cc6d913de8ff6886b8c4c> (date of application: 17.11.2022).

12. Organization of financing of the shipbuilding project // Russian Pelagic Research Company [Electronic resource]. URL: http://ruspelagic.ru/organizaciya_finansirovaniya_sudost1 (date of application: 11/15/2022).

13. Resolutions of the Plenum of the Supreme Arbitration Court of the Russian Federation No. 33 dated May 30, 2014.

14. The Federal Tax Service refuses to refund VAT to fishing exporters // Public Council at the Federal Customs Service of Russia [Electronic resource]. URL: <https://www.osfts.ru/novosti/2019/792-fns-otkazyvaet-v-vozmeshchenii-nds-rybopromyshlennym-eksporteram> (date of application: 11/15/2022).

15. The position of the Federal Tax Service on VAT refund for exporters of aquatic biological resources will allow fishermen to avoid possible financial losses – German Zverev [Electronic resource]. URL: <https://portnews.ru/news/295677/> (date of application: 15.11.2022).

16. The fish was recognized as Russian // *Kommersant* [Electronic resource]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4501894> (date of application: 11/15/2022).

17. Exporters did not comply with all the conventions // *Kommersant* [Electronic resource]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4198752> (date of application: 15.11.2022).

Информация об авторах

Г.С. Зверев – кандидат экономических наук, президент НО «Всероссийская ассоциация рыбохозяйственных предприятий, предпринимателей и экспортеров»;

Н.А. Гончарова – магистр по направлению подготовки 41.04.04 «Политология», координатор аналитической группы Всероссийской ассоциации рыбохозяйственных предприятий, предпринимателей и экспортеров;

А.О. Кизабекова – магистр социальных наук, эксперт аналитической группы Всероссийской ассоциации рыбохозяйственных предприятий, предпринимателей и экспортеров.

Information about the authors

G.S. Zverev – PhD in Economic Sciences, President of the non-profit organization «All-Russia Association of Fisheries Enterprises, Entrepreneurs and Exporters»;

N.A. Goncharova – Master of Political Science, analytical team coordinator, non-profit organization «All-Russia Association of Fisheries Enterprises, Entrepreneurs and Exporters»;

A.O. Kizabekova – Master of Social Science, analytical team expert, non-profit organization «Russian Association of Fishery Enterprises, Entrepreneurs and Exporters».

Статья поступила в редакцию 22.11.2022, одобрена после рецензирования 29.11.2022, принята к публикации 02.12.2022.

The article was submitted 22.11.2022, approved after reviewing 29.11.2022, accepted for publication 02.12.2022.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 639.411

**Развитие личинок устрицы тихоокеанской *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)
при различных показателях температуры и солености воды**

Анастасия Сергеевна Злобина¹, Светлана Евгеньевна Лескова²

^{1, 2}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

¹ arlycaunce97@mail.ru

² svetaleskova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7058-3449>

Аннотация. Оценены темпы роста и выживаемость личинок тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* от стадии трохофора до педивелигера при разных показателях температуры и солености воды в заводских условиях.

Ключевые слова: личинки, температура воды, соленость, темп роста, выживаемость, тихоокеанская устрица, *Crassostrea gigas*

Для цитирования: Злобина А.С., Лескова С.Е. Развитие личинок устрицы тихоокеанской *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) при различных показателях температуры и солености воды // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4 С. 64–74.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING

Original article

Development of larvae of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) at different temperatures and water salinity

Anastasiya S. Zlobina¹, Svetlana E. Leskova²

^{1, 2}Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹ arlycaunce97@mail.ru

² svetaleskova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7058-3449>

Abstract. Growth rates and survival rates of larvae of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* from the stage of trochophore to pediveliger were estimated at different temperatures and salinity of water under factory conditions.

Keywords: larvae, water temperature, salinity, growth rate, survival rate, *Crassostrea gigas*

For citation: Zlobina A.S., Leskova S.E. Development of larvae of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) at different temperatures and water salinity. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022;62(4):64–74. (in Russ.).

Введение

В России получение молоди тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) исторически связано с прибрежными водами южного Приморья, которые являются местом естественного обитания вида. Именно здесь, в заливах Посыета и Восток, в 70–80-е гг. XX в. были организованы первые устрицеводческие хозяйства [1, 2]. Благодаря наличию природных скоплений молодь собирали коллекторным способом в естественных условиях, и ее доращивание до товарных показателей осуществлялось на морских участках. Сбор молоди на коллекторы в природных условиях возможен в ограниченном числе акваторий, при этом оседание спата на коллекторы нестабильно и может сильно варьировать год от года. Кроме того, оказалось, что культивировать устриц намного легче и эффективнее, чем заниматься поиском скоплений и добычей устриц в естественных условиях. Поэтому для обеспечения устойчивого товарного производства необходима биотехнология получения жизнестойкой молоди *C. gigas* заводским способом, адаптированная в первую очередь к природным условиям южного Приморья. В устрицеводческих хозяйствах, специализирующихся на заводском получении посадочного материала (жизнестойкой молоди), основной задачей является создание оптимальных условий для выращивания личинок [3].

Поскольку личинки тихоокеанской устрицы проявляют широкую толерантность к температуре и солености, эти факторы могут оказывать значительное влияние на их развитие и темпы роста. Целью данного исследования являлось изучение влияния абиотических факторов среды (температура и соленость) на личиночное развитие тихоокеанской устрицы, а также выявление их оптимальных показателей.

Материалы и методы

Исследования проводились в заводских условиях на базе предприятия марикультуры ООО «Дальста-Марин» (бухта Воевода, Японское море) с июня по июль 2022 г. Отбор производителей для нереста проводился водолазным способом на устричной банке бухты Воевода. Нерест устрицы происходил в искусственно созданных условиях с применением дополнительной стимуляции (смена температуры). Производителей предварительно помещали в холодильные камеры на сутки. После их перемещали в заранее подготовленные ёмкости объемом 400 л с температурой воды 22 °С. После нереста на стадии деления оплодотворенные яйцеклетки порциями пересаживали в заранее подготовленные экспериментальные ёмкости объемом 5 л с различными показателями температуры и солености воды.

Вода для выращивания личинок подвергалась многоступенчатой очистке и обеззараживанию с помощью ультрафиолетовых ламп. Смена воды производилась ежедневно на 100 %, аэрация в ёмкостях происходила постоянно, содержание в воде кислорода составляло 90 % насыщения. Аэрация является фактором, позволяющим избежать больших скоплений личинок у дна ёмкости, а также способствующим эффективному распределению корма в воде. Изменение солености воды производилось вручную заранее, путем смешивания дистиллированной воды с морской водой (35 ‰) в заранее просчитанных пропорциях. Изменение температуры проводилось путем постепенного подогревания или же охлаждения очищенной морской воды. Уровень солености измерялся ручным рефрактометром, температуры – электронным термометром.

Корма для личинок подавали 2 раза в день. Количество подаваемого корма рассчитывали в зависимости от концентрации клеток в культуре выращиваемых микроводорослей и плотности личинок, находящихся в выростной емкости. Кормление личинок начиналось после достижения личинок стадии велигера. В рецептуре использовали микроводоросли *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros mulleri*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Tetraselmis suecica*. Для кормления личинок на самых ранних стадиях развития использовали микроводоросль *Isochrysis galbana*, так как ее клетки имеют небольшой размер и устрицы способны поглотить их. После по мере роста личинок добавляли другие виды микроводорослей, при этом увеличивая их концентрацию с 20 тыс. кл/мл на стадии велигер до 200 тыс. кл/мл на стадии педивелигер.

При выращивании личинок ежедневно фиксировались время перехода их от стадии к стадии, размеры, выживаемость, время оседания молоди, оценивались аномалии развития. Для определения плотности личинок из ёмкости с личинками брали пробу объемом 100 мл и после пипеткой отмеряли 1 мл и помещали в камеру Богорова. Затем подсчитывали количество личинок. Для точности пробу брали 3 раза и высчитывали среднее значение. Размер личинок определяли с помощью окулярной линейки, с учетом увеличения окуляра.

Работа выполнялась в рамках конкурса научных грантов для студентов ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Результаты и их обсуждение

Для достижения поставленной цели был проведен анализ литературных источников по теме исследования, и на его основе выбраны следующие показатели температуры (15 °С; 18; 21; 24; 26; 30 °С) и солености (22 ‰; 25; 28; 32; 35 ‰).

В эксперименте с соленостью (табл. 1) оплодотворенные яйцеклетки успешно перешли на стадию трохофора на первый день развития во всех экспериментальных емкостях. Трохофоры были активны и хорошо развивались, равномерно распределившись в толще воды. Размеры личинок в емкостях с соленостью воды 22 ‰, 25 ‰, 28 ‰ оказались меньше, чем в емкостях с соленостью 32 ‰ и 35 ‰.

На третий день личиночного развития в емкостях с соленостью воды 22 и 25 ‰ личинки перешли на стадию велигер, что на день позже, чем в емкостях с показателями солености 28, 32 и 35 ‰. На этой стадии личинки перешли на экзогенное питание, началась подача корма в емкости, личинки активны, хорошо питаются. В воде с наименьшей соленостью воды (22 ‰) личинки имели самый мелкий размер раковины ($66,08 \pm 1,80$ мкм), множество личинок было с отклонениями в развитии (деформация паруса, отсутствие второй створки раковины), личинки сконцентрировались на дне емкости и погибли на 9-й день развития. Такое же поведение и состояние личинок зафиксировано в емкостях с показателями солености 25 и 28 ‰, их гибель произошла на 12-й и 14-й день соответственно.

На 14-й день развития в емкостях с соленостью воды 32 и 35 ‰ личинки перешли на стадию великонха, в это время наблюдался их интенсивный рост и подготовка к оседанию. Большинство личинок держалось в толще воды, на дне присутствовали в незначительном количестве живые и мертвые, также в небольшом количестве встречались личинки на стадии велигер. Отклонений в развитии личинок замечено не было. Средний размер личинок в емкости с соленостью воды 32 ‰ составил $167,40 \pm 11,30$ мкм, с показателем солености 35 ‰ – $182,81 \pm 11,78$ мкм.

При развитии личинок в воде с соленостью 32 и 35 ‰ на 24-й и 21-й день соответственно они перешли на стадию педивелигер. У личинок в это время уже была сформирована нога и начался поиск субстрата для оседания. Большинство личинок в хорошем состоянии, без отклонений в развитии. Средний размер личинок в емкости с соленостью воды 32 ‰ составил $328,50 \pm 16,22$ мкм, при солености 35 ‰ – $315 \pm 12,89$ мкм.

Выживаемость личинок при развитии в воде с различными показателями солености варьировала от стадии к стадии (рис. 1).

Изменения плотности личинок в емкостях с соленостью воды 32 и 35 ‰ протекали плавно, единовременной массовой гибели личинок вследствие болезней, либо по естественным причинам не наблюдалось в отличие от емкостей с показателями солености 22 ‰, 25 и 28 ‰, в которых наблюдалась массовая гибель личинок на стадиях великонха и педивелигер.

На стадии трохофора личинки при всех показателях солености воды выживаемость составила 100 %.

Процент выживаемости на стадии велигер был наиболее высоким в емкостях с соленостью воды 32 и 28 ‰ и составил 42,56 и 40,53 % соответственно, однако на стадии великонха и педивелигер наибольший показатель был при солености 35 ‰ со значениями 47,75 и 64,42 % соответственно. Наибольший общий процент выживаемости личинок при их развитии в воде с соленостью 35 ‰ составил 10,64 %, наименьший – при 32 ‰ с показателем 9,2 %.

Таблица 1

Темп развития личинок при различных показателях солености

Table 1

The rate of development of larvae at various indicators of salinity

Соленость, ‰	День развития	Стадия развития	$X \pm m_x$, мкм	X_{max} , мкм	X_{min} , мкм
22	1	Трохофора	$51,75 \pm 2,25$	54	40,5
	3	Велигер	$66,08 \pm 1,80$	81	54
	0	Великонха	0	0	0
	0	Педивелигер	0	0	0
25	1	Трохофора	$51,75 \pm 2,25$	54	40,5
	3	Велигер	$70,98 \pm 1,84$	94	54
	0	Великонха	0	0	0
	0	Педивелигер	0	0	0
28	1	Трохофора	$49,5 \pm 4,5$	54	40,5
	2	Велигер	$76,06 \pm 1,73$	94,5	54
	0	Великонха	0	0	0
	0	Педивелигер	0	0	0
32	1	Трохофора	$58,5 \pm 4,5$	67,5	54
	2	Велигер	$82,88 \pm 1,88$	94,5	54
	14	Великонха	$167,40 \pm 11,30$	297	108
	24	Педивелигер	$328,50 \pm 16,22$	351	297
35	1	Трохофора	$58,5 \pm 4,5$	67,5	54
	2	Велигер	$80,63 \pm 2,05$	94,5	54
	14	Великонха	$182,81 \pm 11,78$	283,5	94,5
	21	Педивелигер	$315 \pm 12,89$	351	270

Выживаемость в емкостях с показателем солености 22 ‰ на стадии велигер составляла 25,76 %, 25 ‰ – 24,56 %, 28 ‰ – 40,53 %.

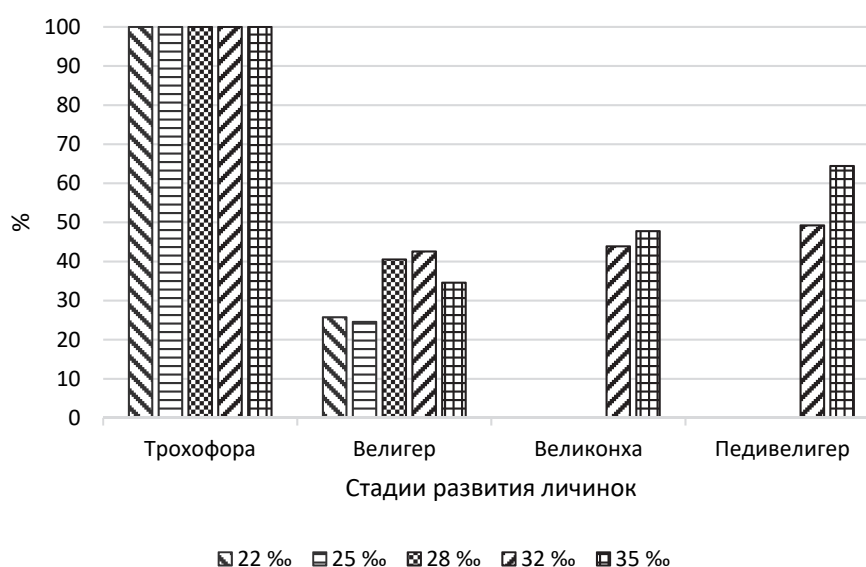


Рис. 1. Выживаемость личинок при различных показателях солености
Fig. 1. Survival of larvae at various salinity indices

В эксперименте с различными показателями температуры воды (табл. 2) оплодотворенные яйцеклетки успешно перешли на стадию трохофора на первый день развития во всех экспериментальных емкостях. Трохофоры были активны и хорошо развивались, равномерно распределившись в толще воды. Размер личинок в емкостях с температурой воды 15 и 21 °С оказались самыми маленькими и составили $51,75 \pm 2,25$ мкм и $49,5 \pm 4,5$ мкм соответственно.

Таблица 2

Темп развития личинок при различных показателях температуры

Table 2

The rate of development of larvae at various temperatures

Температура, °С	День развития	Стадия развития	$X \pm m_x$, мкм	X_{\max} , мкм	X_{\min} , мкм
15	1	Трохофора	$51,75 \pm 2,25$	54	40,5
	3	Велигер	$77,46 \pm 1,25$	94,5	54
	0	Великонха	0	0	0
	0	Педивелигер	0	0	0
18	1	Трохофора	54 ± 0	54	54
	2	Велигер	$78 \pm 1,76$	94,5	54
	17	Великонха	$98,55 \pm 2,88$	108	81
	0	Педивелигер	0	0	0
21	1	Трохофора	$49,5 \pm 4,5$	54	40,5
	2	Велигер	$83,79 \pm 1,75$	94,5	54
	14	Великонха	$136,01 \pm 7,46$	283,5	81
	28	Педивелигер	$288 \pm 25,05$	337,5	256,5
24	1	Трохофора	54 ± 0	54	54
	2	Велигер	$79,13 \pm 1,88$	94,5	54
	14	Великонха	$182,5 \pm 12,02$	283,5	108
	23	Педивелигер	$346,5 \pm 4,5$	351	337,5
26	1	Трохофора	$58,5 \pm 4,5$	67,5	54
	2	Велигер	$82,13 \pm 1,98$	94,5	67,5
	10	Великонха	$183 \pm 12,32$	283,5	94,5
	19	Педивелигер	$319,5 \pm 25,05$	351	270
30	1	Трохофора	$58,5 \pm 4,5$	67,5	54
	2	Велигер	$84,75 \pm 2,63$	108	67,5
	8	Великонха	$200,43 \pm 12,3$	283,5	121
	15	Педивелигер	$319,5 \pm 25,05$	351	270

На второй день личиночного развития в емкостях с показателями температуры воды 18 °С, 21, 24, 26 и 30 °С личинки перешли на стадию велигер, что на день раньше, чем в емкости с температурой 15 °С. Личинки были активны, хорошо питались, распределены в толще воды. Личинки, развивающиеся при температуре воды 15 °С, развивались с аномалиями, большое их количество скопилось на дне емкости, где наблюдались как живые, так и мертвые. Массовая гибель личинок произошла на 15-й день развития.

На 17-й день развития в емкости с температурой 18 °С и 14-й день в емкостях с показателем температуры 21 и 24 °С, на 10-й день при температуре развития 26 °С и на 8-й день при 30 °С личинки перешли на стадию великонха. В это время личинки активно растут и готовятся к оседанию. Самый наименьший средний размер личинки имели при развитии в воде с температурой 18 °С, составив $98,55 \pm 2,88$ мкм, большинство личинок наблюдалось у дна ем-

кости, встречались с аномалиями развития. Массовая гибель личинок наблюдалась на 21-й день развития. В емкостях с температурой воды 21 °С, 24, 26, 30 °С личинки развивались нормально, большинство личинок находятся в толще воды, у дна присутствуют в незначительном количестве мертвые личинки, также наблюдались в небольшом количестве личинки на стадии велигер.

На стадию педивелигер личинки, развивающиеся при температурах воды 21 °С, 24, 26 и 30 °С перешли на 28-, 23-, 19- и 15-й дни соответственно. У личинок в этот период развития уже была сформирована нога и начался поиск субстрата для оседания. Большинство личинок в хорошем состоянии, без отклонений в развитии. Наименьший средний размер имели личинки, развивающиеся при температуре воды 21 °С ($288 \pm 25,05$), наибольший – при 24 °С ($346,5 \pm 4,5$).

Выживаемость личинок при различных показателях температуры воды так же, как и при различных соленостях варьировала от стадии к стадии (рис. 2).

Изменения плотности личинок в емкостях при показателях температуры воды 21 °С, 24, 26 и 30 °С протекали плавно, единовременной массовой гибели личинок вследствие болезней, либо по естественным причинам обнаружено не было, а в емкостях с показателями 15, 18 °С вследствие массовой гибели личинок плотность на стадиях великонха и педивелигер упала до 0 соответственно.

На стадии трохофора выживаемость личинок при всех исследуемых показателях температуры воды составила 100 %.

Наиболее высокий процент выживаемости на стадии велигер наблюдался при показателе температуры воды 21 °С и составил 65,7 %, однако на стадии великонха и педивелигер наибольшая выживаемость личинок наблюдалась при развитии с показателями воды 24 °С и 26 °С, 42,72 % – 63,22 % и 43,71 % – 66,56 % соответственно.

Наибольший общий процент выживаемости в емкостях с температурами воды 24 °С и 26 °С составил 12,09 % и 13,79 % соответственно. Наименьший процент выживаемости при развитии личинок в воде с температурами воды 21 °С и 30 °С составил 5,46 % и 3,76% соответственно.

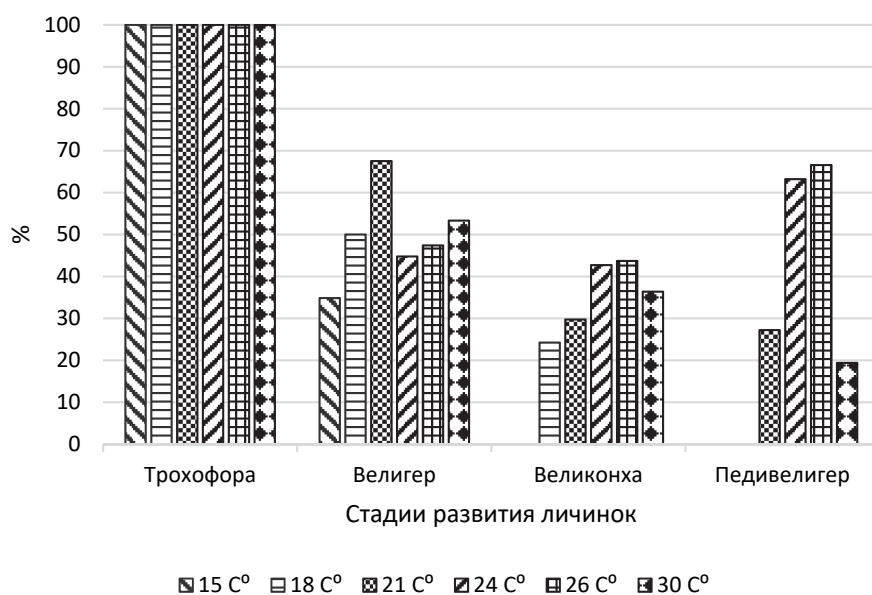


Рис. 2. Выживаемость личинок при различных показателях температуры
 Fig. 2. Survival of larvae at various temperatures

По устрицам накоплен огромный материал, касающийся различных сторон биологии, культивирования, промысла и технологической обработки. Большой интерес исследователей к этой группе моллюсков объясняется прежде всего их высокой значимостью для человека, который на протяжении нескольких тысячелетий использовал устриц в пищу. Поэтому первые литературные источники, касающиеся устриц и их культивирования, можно найти в трудах древнеримских философов и мыслителей древности, например, у Плиния, Аристотеля. Среди промысловых моллюсков группа устриц отличается самым большим видовым составом и широким распространением. Устрицы известны почти во всех странах, имеющих выход в море. В связи с этим во многих районах Мирового океана сложились свои, традиционные способы культивирования, промысла и технологической обработки, что привело к появлению многоязычной литературы. В отличие от многочисленной иностранной литературы количество отечественных источников, посвященных устрицам, очень мало. Если учесть, что большинство их посвящено черноморской устрице, то для тихоокеанской устрицы литературы совсем немного [2].

Ознакомившись с исследованиями отечественных и иностранных авторов по теме исследования и сопоставив их данные с полученными результатами проведенного эксперимента, можно увидеть очевидные несоответствия экспериментальных данных.

Так как личинки тихоокеанской устрицы проявляют широкую толерантность к солёности, данный абиотический фактор может оказывать значительное влияние на их развитие и темпы роста. Они более чувствительны к резкому понижению солёности, чем взрослые особи [4].

По данным Л.М. Ярославцевой с соавторами (1990), в прибрежье залива Петра Великого личинки тихоокеанской устрицы способны переносить опреснение от 16 до 18 ‰, но оптимальным показателем для роста и развития личинок и взрослых особей является солёность 32 ‰ [5]. По итогам эксперимента мы можем подтвердить данный вывод, так как при показателе солёности 32 ‰ личинки успешно осели без отклонений в развитии.

М.М. Хелм с соавторами (2004) называют оптимальной для личинок этого вида солёность 25–28 ‰, указывая, что солёность ниже 20 и выше 30 ‰ снижает темпы их роста [6], но, по мнению корейских исследователей, выращивать личинок *C. gigas* можно при солёности от 20 до 30 ‰, а оптимальной они считают солёность 30 ‰ [7]. Однако существуют данные о наилучших показателях роста и выживаемости личинок устрицы при оптимальном показателе солёности 20 ‰ [3]. С данными выводами мы можем согласиться лишь частично. По результатам эксперимента можно подтвердить, что солёность ниже 20 ‰ угнетает развитие личинок, вследствие чего появляются аномалии в их развитии, оседание на дно и их гибель. Но оптимальные показатели солёности 28, 30 и 20 ‰ слишком малы для успешного развития и дальнейшего оседания личинок.

Канадские исследователи James R. Brown и Brian Hartwick (1988) оценили влияние солёности на *C. gigas* и пришли к выводу, что самые высокие темпы роста тела были зарегистрированы между 20 и 25 ‰ [8]. Так же, по данным испанского исследователя Dário Luis (2012), *C. gigas* развивается в условиях солёности, которая может варьироваться от 2 до 41 ‰, однако она имеет лучшее развитие при значениях солёности воды между 20–25 ‰ [9].

По результатам эксперимента мы не можем согласиться с данными авторами, так как значения солёности 20 и 25 ‰ не приводят к успешному оседанию и выживанию личинок устрицы.

Исследование, проведенное в Южной Австралии исследователем K. Wiltshire (2007), говорит о существовании данных об успешном росте устриц в различных бухтах при максимальной солёности от 13,5 до 38,3 ‰, 38,6 ‰ и даже 41,8 ‰, однако некоторые участки с максимальной солёностью около 38 ‰ и более показали наименьшую выживаемость и единичное развитие спата устриц. По данным исследователей не ясно, имеют ли эмбриональная,

личиночная и более поздние стадии развития личинок *C. gigas* различные оптимальные показатели солености, так как не многие исследователи проводили эксперименты при солености, отличающейся от диапазона 15–35 ‰ [10]. Мы можем смело согласиться с данным исследователем, так как взрослые особи и личинки устрицы тихоокеанской является эвригалинными и в различных бухтах способны временно переносить и возможно приспособливаться даже к самым экстремальным показателям солености воды, но количество литературы, посвященной этой теме, очень мало. В нашем случае максимальный показатель солености, при котором личинки развивались и успешно осели, составил 35 ‰.

Несмотря на то, что тихоокеанская устрица является эвритермным видом и способна выживать при экстремальных температурах, температурный показатель оказывает существенное влияние на весь жизненный цикл устрицы, включая этапы размножения, развития и скорости роста [4].

Личинки устриц менее эвритермны, чем взрослые особи, и более чувствительны к изменениям температуры воды. Как для взрослых особей, так и для личинок летально не столько снижение или повышение температуры воды, сколько скорость ее изменения. При резком снижении температуры воды на 2–3 °С за час устрицы могут погибнуть независимо от текущей температуры воды [11].

В.А. Раков (2003) утверждает, что в Приморском крае для личинок *C. gigas* летальной является температура воды ниже 15 °С. Высокая смертность замечена при падении температуры воды от 18 до 15 °С [12]. Также, по данным исследования М. Dutertre et al. (2010), для оптимального развития личинок *C. gigas* требуется температура воды выше 22 °С в течение как минимум двух недель [13]. По результатам нашего исследования мы можем сказать, что наши данные соответствуют утверждению данных авторов.

О.А. Трощенко с соавторами (2019) сделали вывод о том, что диапазон оптимальных температур для роста и развития моллюсков составляет от 10 до 24 °С. Максимальная скорость роста тихоокеанской устрицы отмечена при температуре около 24 °С. При температуре <10 °С происходит остановка ростовых процессов. Температурный максимум для тихоокеанской устрицы равен 28–29 °С, а значения температуры >30 °С являются критически высокими и выходят за пределы толерантности [4]. Сопоставив эти данные с результатами нашего исследования, можно сказать, что максимальной температурой для роста и развития личинок устрицы тихоокеанской является 30 °С, что также подтверждают французские исследователи Fabioux et al. (2005) [14], но до стадии оседания доходило малое количество личинок. Диапазон оптимальных температур значительно отличается: 24–26 °С.

По данным колумбийских исследователей Barliza F. et al. (1992), оптимальная температура для устрицы от 22 до 34 °С [15], также в своей работе испанский исследователь Dário Luis (2012) указал, что температурный диапазон, в котором может развиваться *C. gigas*, расположен между -1,8–35 °С, но идеальные температуры для его развития от 11 до 25 °С [9], что значительно отличается от результатов нашего исследования.

Rum Ben Kheder (2010) с соавторами экспериментальным путем выяснили, что при низкой температуре (17 °С) личинки, способные к метаморфозу, наблюдались только с 23-го дня развития, и только небольшой процент окончательно достигал метаморфоза (12 %). При температуре >= 27 °С наблюдалось обратное: личиночная компетентность появлялась на 18-й день и приводила к высокой скорости метаморфоза (60–90 %) [16]. Согласиться с этими данными мы можем лишь частично, так как показатели температуры ниже 21 °С не привели к успешному оседанию личинок.

Заключение

Так как диапазон температуры и солености, в котором может развиваться тихоокеанская устрица, очень широк и соответствует географическому расположению хозяйства выращи-

вания устриц, их оптимальные значения для выращивания устрицы в заводских условиях необходимо подбирать индивидуально, в зависимости от местоположения хозяйства.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента мы сделали заключение о том, что для роста и развития личинок в заводских условиях показатели температуры воды ниже 21 °С являются летальными, оптимальными температурами являются значения 24–26 °С, максимальное значение, при котором возможно частичное оседание личинок – 30 °С. Показатели солености ниже 32 ‰ являются летальными для личинок устрицы, оптимальный диапазон составил 32–35 ‰.

Список источников

1. Раков В.А., Золотова Л.А. Временная инструкция по биотехнологии культивирования тихоокеанской устрицы. Владивосток: ТИНРО, 1984. 25 с.
2. Раков В.А. Биологические основы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg) в заливе Петра Великого: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. 24 с.
3. Табельская А.С., Калинина М.В. Рост и выживаемость заводских личинок тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* при различных концентрациях микроводорослей и солености в условиях южного Приморья // Изв. ТИНРО. 2021. Т. 201, вып. 3. С. 723–734.
4. Трощенко О.А., Субботин А.А., Еремин И.Ю. Изменчивость основных лимитирующих факторов среды в процессе выращивания двустворчатых моллюсков на ферме в районе Севастополя // Учен. Зап. Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2019. Т. 5(71), № 2. С. 308–321.
5. Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П., Кашенко С.Д. Изменение чувствительности к опреснению в онтогенезе гигантской устрицы // Биол. моря. 1990. Т. 16, № 6. С. 36–42.
6. Helm M.M., Bourne N., Lovatelli A. (comp./ed.). Hatchery culture of bivalves. A practical manual // FAO Fisheries Technical Paper. Rome: FAO. 2004. № 471. 177 p.
7. Choi K.S. Oyster capture-based aquaculture in the Republic of Korea // Capture-based aquaculture: Global overview: FAO Fish. Techn. Pap. Rome: FAO, 2008. № 508. P. 271–286.
8. Brown J. R., Hartwick E. B. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*: I. Absolute and allometric growth // Aquaculture. 1988. Т. 70, № 3. С. 231–251.
9. Dário Luis. Leal Areias Efeito da Salinidade e Temperatura no Assentamento da Ostra *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757) e Indução da Desova da Ostra *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795). 2012. P.45.
10. Wiltshire K. Ecophysiological tolerances of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, with regard to the potential spread of populations in South Australian waters. SARDI Aquatic Sciences, 2007.
11. Ким Г.Н., Лескова С.Е., Матросова И.В. Марикультура: учеб. пособие. М.: Моркнига, 2014. 273 с.
12. Раков В.А. Массовые виды промысловых двустворчатых моллюсков юга Дальнего Востока: экология и история хозяйственного использования: автореф. дис. ... доктора биол. наук. Владивосток: ТИНРО-центр, 2003. 37 с.
13. Dutertre M. et al. Rising water temperatures, reproduction and recruitment of an invasive oyster, *Crassostrea gigas*, on the French Atlantic coast // Marine environmental research. 2010. Т. 69, № 1. С. 1–9.
14. Fabioux C. et al. Temperature and photoperiod drive *Crassostrea gigas* reproductive internal clock // Aquaculture. 2005. Т. 250, № 1–2. С. 458–470.
15. Barliza F. et al. Contribución al desarrollo de la ostricultura en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Santa Marta: Universidad del Magdalena, 1992. 173 p.

16. Rym Ben Kheder, Jeanne Moal, Rene Robert. Impact of temperature on larval development and evolution of physiological indices in *Crassostrea gigas* // *Aquaculture*. 2010. № 309. P. 1–4.

References

1. Rakov V.A., Zolotova L.A. *Vremennaya instruktsiya po biotekhnologii kul'tivirovaniya tikhookeanskoy ustritsy* (Interim Instruction on the Biotechnology of Pacific Oyster Cultivation). Vladivostok: TINRO, 1984.

2. Rakov V.A. Biological bases for the cultivation of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Peter the Great Bay, Sea of Japan, Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation. Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr, Akad. Nauk SSSR, 1984.

3. Tabel'skaya A.S., Kalinina M.V. Growth and survival of the hatchery larvae of pacific oyster *Crassostrea gigas* under different concentrations of microalgae and salinity in conditions of southern Primorye // *Izv. TINRO*. 2021. Vol. 201, Iss. 3. P. 723–734.

4. Troshchenko O.A., Subbotin A.A., Eremin I.Y. Variability of Main Limiting Environmental Factors in the Process of Bivalve Mollusk Cultivation at the Mussel Farm in Sevastopol. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Geography. Geology*. 2019. 5(2). P. 308–321.

5. Yaroslavtseva A.M., Sergeeva E.P., Kashenko S.D., Change in desalination sensitivity in the ontogenesis of a giant oyster. *Russ. J. Mar. Biol.* Vol. 16, № 6. P. 36–42.

6. Helm M. M., Bourne N., Lovatelli A. (comp./ed.). *Hatchery culture of bivalves. A practical manual* // *FAO Fisheries Technical Paper*. Rome: FAO. 2004. № 471. 177 p.

7. Choi K.S. Oyster capture-based aquaculture in the Republic of Korea // *Capture-based aquaculture: Global overview: FAO Fish. Techn. Pap.* Rome: FAO, 2008. № 508. P. 271–286.

8. Brown J.R., Hartwick E.B. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*: I. Absolute and allometric growth // *Aquaculture*. 1988. T. 70, № 3. C. 231–251.

9. Dário Luis. Leal Areias Efeito da Salinidade e Temperatura no Assentamento da Ostra *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757) e Indução da Desova da Ostra *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795). 2012. P.45.

10. Wiltshire K. Ecophysiological tolerances of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, with regard to the potential spread of populations in South Australian waters. *SARDI Aquatic Sciences*. 2007.

11. Kim G.N., Leskova S.E., Matrosova I.V. *Mariculture: textbook*. M.: Morkniga, 2014. 273 p.

12. Rakov V.A. Mass species of commercial bivalve mollusks in the south of the Far East: ecology and history of economic use: Abstract of the thesis. dis. doc. biol. Sciences. Vladivostok: TINRO-center, 2003. 37 p.

13. Dutertre M. et al. Rising water temperatures, reproduction and recruitment of an invasive oyster, *Crassostrea gigas*, on the French Atlantic coast // *Marine environmental research*. 2010. T. 69, № 1. C. 1–9.

14. Fabioux C. et al. Temperature and photoperiod drive *Crassostrea gigas* reproductive internal clock // *Aquaculture*. 2005. T. 250, № 1–2. C. 458–470.

15. Barliza F. et al. Contribución al desarrollo de la ostricultura en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Santa Marta: Universidad del Magdalena, 1992. 173 p.

16. Rym Ben Kheder, Jeanne Moal, Rene Robert. Impact of temperature on larval development and evolution of physiological indices in *Crassostrea gigas* // *Aquaculture*. 2010. № 309. P. 1–4.

Информация об авторах

А.С. Злобина – студент;

С.Е. Лескова – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура», SPIN-код: 5124-2384, AuthorID: 960459.

Information about the authors

A.S. Zlobina – Student;

S.E. Leskova – PhD in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Water Bioresources and Aquaculture, SPIN-code: 5124-2384, AuthorID: 960459.

Статья поступила в редакцию 26.10.2022, одобрена после рецензирования 02.11.2022, принята к публикации 02.12.2022.

The article was submitted 26.10.2022, approved after reviewing 02.11.2022, accepted for publication 01.12.2022.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 582.232:519.876.5

Развитие личинок дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867) при различных показателях температуры и солености воды

Мария Валерьевна Ларикова¹, Светлана Евгеньевна Лескова²

^{1, 2}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹larikova_mariya@mail.ru

²svetaleskova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7058-3449>

Аннотация. Оценено влияние различных показателей температуры и солености воды на рост, развитие и выживаемость личинок дальневосточного трепанга (*Apostichopus japonicus*).

Ключевые слова: *Apostichopus japonicus*, личинки, дальневосточный трепанг, температура, соленость, темп роста, развитие, абиотические факторы, выживаемость

Для цитирования: Ларикова М.В., Лескова С.Е. Развитие личинок дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867) при различных показателях температуры и солености воды // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 75–84.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING

Original article

Development of larvae of the Far Eastern trepang *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867) at various indicators of temperature and salinity of water

Maria V. Larikova¹, Svetlana E. Leskova²

^{1, 2}Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹larikova_mariya@mail.ru

²svetaleskova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7058-3449>

Abstract. The effect of various indicators of water temperature and salinity on the growth, development and survival of sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) larvae was assessed.

Keywords: *Apostichopus japonicus*, larvae, cucumber, temperature, salinity, growth rate, development, abiotic factors, survival

For citation: Larikova M.V., Leskova S.E. Development of larvae of the Far Eastern trepang *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867) at various indicators of temperature and salinity of water. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022;62(4):75–84. (in Russ.).

Введение

Дальневосточный трепанг *Apostichopus japonicus* (Selenka) – важнейший из промысловых видов голотурий. В последние годы в планктонных пробах все сложнее обнаружить личиночную стадию трепанга. Это говорит о том, что не стоит надеяться на ближайшее восстановление популяции. Помимо браконьерского вылова на трепанга влияют экологические, антропогенные и другие факторы. Наиболее уязвимые к данным факторам являются личинки. Изменение температуры или солености воды может привести к их гибели. Кроме того, личинка трепанга на разных стадиях своего развития имеет разную силу приспособления к изменению этих факторов. В настоящее время имеется технология выращивания трепанга в заводских условиях, но требует адаптации к тем условиям, в которых она применяется. Изучение влияния абиотических факторов дает возможность получения качественной продукции, так как на заводах создаются контролируемые условия, что гарантирует стабильное получение жизнестойкой молоди [1].

Целью работы являлось изучение развития личинок трепанга под влиянием различной температуры и солености в заводских условиях, а также определение оптимальных пределов, при которых личинки способны развиваться без отклонений.

Материалы и методы

Экспериментальная работа проводилась в заводских условиях на базе предприятия ООО «Дальстам-Марин». Для нереста производители *A. japonicus* были собраны в море с созревшими гонадами при температуре 18,7 °С и солености 35 ‰. Для одновременного нереста производителей был применен температурный метод стимуляции. Нерест происходил в емкостях объемом 400 л. После окончания нереста наблюдалось оплодотворение и эмбриональное развитие при помощи микроскопа. Личинок, перешедших на стадию диплеврулы, пересаживали в новые емкости с чистой водой при плотности 7 шт./мл. Личинки развивались при различных показателях температуры 15, 18, 21 и 24 °С и солености воды 22, 25, 28, 32 и 35 ‰, контрольными были емкости с температурой воды 21 °С и соленостью 35 ‰. Смена воды в емкостях производилась ежедневно. Насыщение воды кислородом происходило постоянно. Ежедневно контролировались плотность содержания личинок, их размеры и стадии развития. Для определения плотности личинок из емкости с личинками брали пробу объемом 100 мл, после пипеткой отмеряли 1 мл и помещали в камеру Богорова. Затем подсчитывалось количество личинок. Для точности пробу брали 3 раза и высчитывали среднее значение. Размер личинок определяли при помощи окулярной линейки, с учетом увеличения окуляра. На всех стадиях развития личинкам подавали живые микроводоросли *Chaetoceros mulleri*.

Изменение показателей температуры и солености воды производилось заранее. Для приготовления воды необходимой солености производилось разбавление морской воды (35 ‰) дистиллированной водой в заранее просчитанных пропорциях. Для измерения солености использовался ручной рефрактометр с точностью до 0,5 ‰. Температура воды измерялась электронным термометром три раза в сутки.

Работа выполнялась в рамках конкурса научных грантов для студентов ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Результаты и их обсуждение

В результате проведенной работы наиболее неблагоприятный температурный показатель воды составил 15 °С. При данной температуре личинки прожили 17 дней, за это время личинки не смогли перейти на стадию средняя аурикулярия. Личинки развивались аномально медленно, от стадии к стадии переходили с большим опозданием, большинство из них имели деформацию желудка, что приводило к неспособности к питанию (рис. 1).

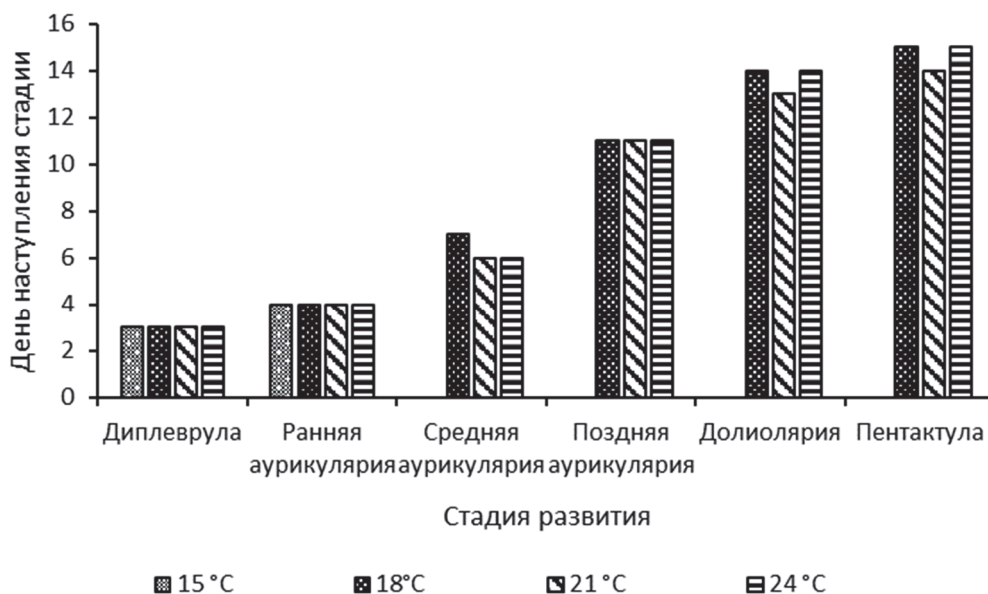


Рис. 1. Развитие личинок *A. japonicus* при различных показателях температуры воды
 Fig. 1. Development of *A. japonicus* larvae at different temperatures

При показателях температуры с 18, 21 и 24 °C личинки прошли полный метаморфоз и осуществили оседание за 14–15 дней. Развитие происходило стандартно, согласно методике [2], аномалий и отклонений в росте не наблюдалось.

При всех показателях температуры личинки росли неравномерно. На стадии диплеврулы и ранней аурикулярии самые крупные размеры личинок наблюдались при температуре 18 °C, самый минимальный размер наблюдался при температуре 15 °C – $291,6 \pm 22,04$ и $494,2 \pm 11,3$ мкм. На стадии средняя и поздняя аурикулярия размеры личинок, которые развивались при температуре 21 и 24 °C практически не различались, размеры личинок на стадиях долиолярия и пентакула при температурах 18, 21 и 24 °C имели несущественные отличия (табл. 1, рис. 2).

Выживаемость личинок за время проведения эксперимента изменялась от стадии к стадии.

Процент выживаемости на стадиях ранняя и средняя аурикулярия был наиболее высок при температуре 18 °C и составил 91 и 89 %. В то время как на стадиях поздняя аурикулярия, долиолярия и пентакула наибольший процент наблюдался при температуре 21 °C и составил 78,8, 25,5 и 80 % соответственно. Наилучшая выживаемость наблюдалась при показателях температуры воды 18 и 21 °C (рис. 3).

В большей степени негативную реакцию у личинок вызывает изменение солёности, чем температуры воды.

Наиболее неблагоприятный показатель солёности воды для личинок составил 22 ‰. При данной солёности личинки погибли чрез 7 дней, при этом они не смогли перейти на стадию ранняя аурикулярия.

В воде с солёностью 25 ‰ личинки существовали 10 дней. При данном значении наблюдались особи аномально развивающиеся, в частности, с деформацией желудка. Переход на стадию ранняя аурикулярия не был осуществлен.

При показателях солёности 32 и 35 ‰ личинки прошли полный метаморфоз и осуществили оседание за 13–14 дней соответственно, отклонений в их развитии не наблюдалось.

При солёности 28 ‰ личинки завершили полный метаморфоз и оседание за 17 дней, что немного дольше, чем при солёности 35 ‰ (рис. 4).

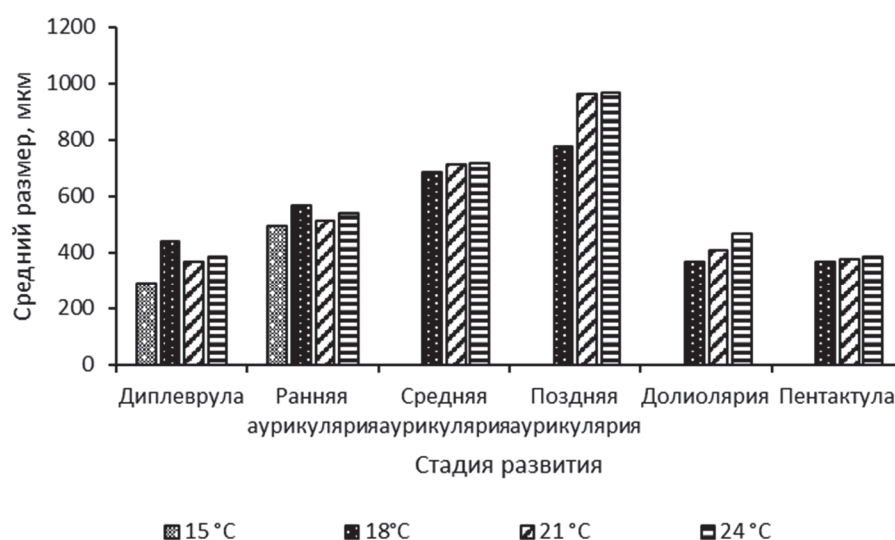
Таблица 1

Рост и развитие личинок *A. japonicus* при различных показателях температуры воды

Table 1

Growth and development of *A. japonicus* larvae at different water temperatures

Показатель, °С	День развития	Стадия развития	Средний размер, мкм	Min, мкм	Max, мкм
15	3	Диплеврула	291,6±22,04	250	325
	4	Ранняя аурикулярия	494,2±11,3	375	625
	-	Средняя аурикулярия	-	-	-
	-	Поздняя аурикулярия	-	-	-
	-	Долиолярия	-	-	-
	-	Пентактула	-	-	-
18	3	Диплеврула	441,6±30,04	400	500
	4	Ранняя аурикулярия	569,4±20,3	475	625
	7	Средняя аурикулярия	683,3±12,4	625	750
	11	Поздняя аурикулярия	775±17,2	700	850
	14	Долиолярия	366,6±16,6	350	400
	15	Пентактула	366,6±8,3	350	375
21	3	Диплеврула	366,6±8,3	350	375
	4	Ранняя аурикулярия	512,5±15,5	450	550
	6	Средняя аурикулярия	711,6±30,3	500	1000
	11	Поздняя аурикулярия	963,8±52,5	750	1175
	13	Долиолярия	408,3±54,6	300	475
	14	Пентактула	375±14,4	350	400
24	3	Диплеврула	383,3±8,3	375	400
	4	Ранняя аурикулярия	541,6±10,5	500	575
	6	Средняя аурикулярия	717,8±21,1	500	875
	11	Поздняя аурикулярия	969,2±30,9	825	1175
	14	Долиолярия	466,6±16,6	450	500
	15	Пентактула	383,3±8,3	375	400

Рис. 2. Размеры личинок *A. japonicus* при различных показателях температуры водыFig. 2. Sizes of *A. japonicus* larvae at different water temperatures

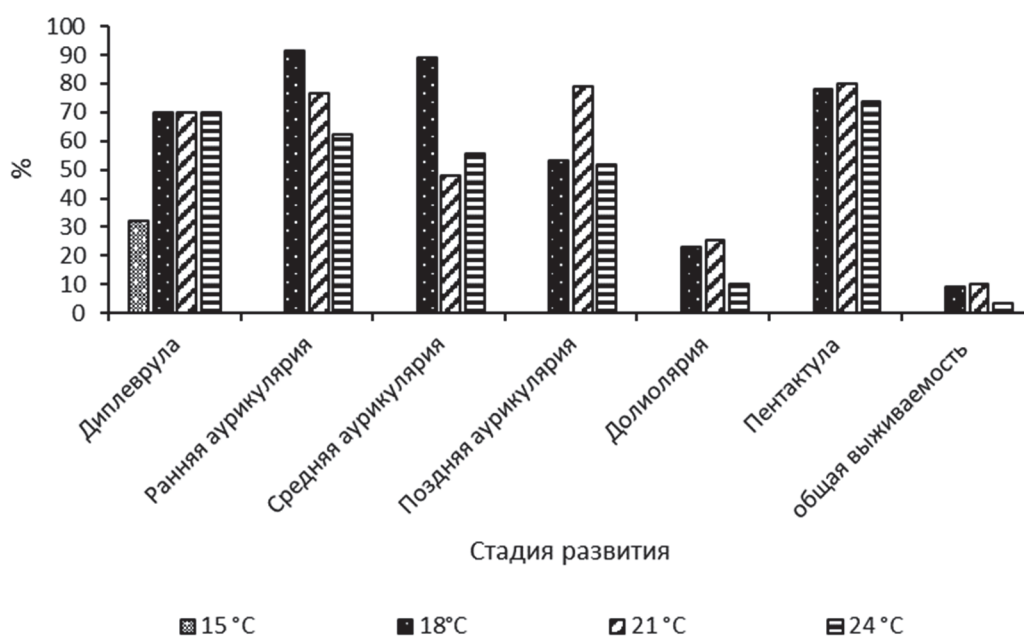


Рис. 3. Выживаемость личинок *A. japonicus* при различных температурах воды
 Fig. 3. Survival of *A. japonicus* larvae at different water temperatures

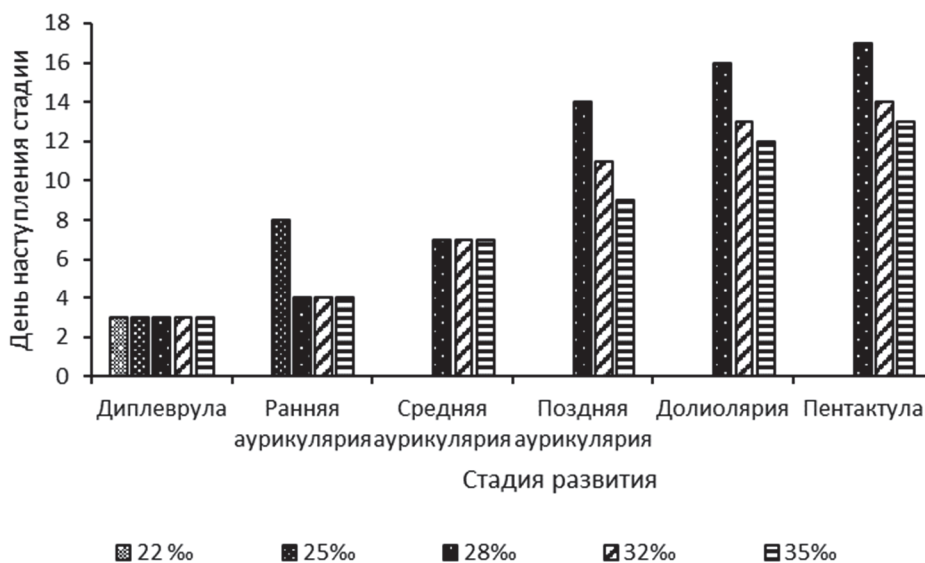


Рис. 4. Развитие личинок *A. japonicus* при различных показателях солености воды
 Fig. 4. Development of *A. japonicus* larvae at different water salinity

При всех показателях солености воды рост у личинок был неравномерен. На стадии диплеврула максимальный размер наблюдался у личинок, развивающихся при солености 25 и 35 ‰, самый минимальный размер имели личинки при солености 22 ‰ – $269 \pm 8,5$ мкм. На стадиях ранняя и средняя аурикулярия размеры личинок, которые развивались при солености воды 28, 32 и 35‰, практически не различались. На стадиях поздняя аурикулярия, долиолярия и пентактула максимальные размеры наблюдались у личинок, развивавшихся при солености 35 ‰, размеры личинок, развивающихся при солености воды 28 и 32 ‰, различались не существенно (табл. 2, рис. 5).

Выживаемость личинок в эксперименте с соленостью варьировала от стадии к стадии в зависимости от солености воды (рис. 6).

На стадии ранняя аурикулярия наибольший процент выживаемости наблюдался у личинок, развивающихся в воде с соленостью 28 и 35 ‰. На стадии средняя аурикулярия наибольший процент выживаемости наблюдался при 32 ‰ и составил 82 %. В то время как на стадиях поздняя аурикулярия и пентактула наибольший процент выживаемости наблюдался при солености 35 ‰ и составил 66,6 и 91 % соответственно.

Наилучшая выживаемость наблюдалась у личинок, которые содержались в воде с показателем солености 35 ‰ и составил 12 %, при солености 28 и 32 ‰ – 8,5 %.

Существует небольшое количество отечественных научных исследований по влиянию температуры и солености на развитие личинок дальневосточного трепанга, больше всего данной проблемой интересуются на Дальнем Востоке [1–7]. Наибольшее количество исследований сосредоточено за рубежом, а именно, в Китае [8–16].

Таблица 2

Рост и развитие личинок *A. japonicus* при различных показателях солености воды

Table 2

Growth and development of *A. japonicus* larvae at different water salinity

Показатель, ‰	День развития	Стадия развития	Средний размер, мкм	Min, мкм	Max, мкм
22	3	Диплеврула	269 ± 8,5	250	350
	-	Ранняя аурикулярия	-	-	-
	-	Средняя аурикулярия	-	-	-
	-	Поздняя аурикулярия	-	-	-
	-	Долиолярия	-	-	-
	-	Пентактула	-	-	-
25	3	Диплеврула	465 ± 16,8	375	525
	8	Ранняя аурикулярия	519,4 ± 18,1	425	600
	-	Средняя аурикулярия	-	-	-
	-	Поздняя аурикулярия	-	-	-
	-	Долиолярия	-	-	-
	-	Пентактула	-	-	-
28	3	Диплеврула	391,6 ± 16,6	375	425
	4	Ранняя аурикулярия	572,2 ± 29	375	650
	7	Средняя аурикулярия	732,1 ± 14,5	575	825
	14	Поздняя аурикулярия	858,3 ± 8,3	850	900
	16	Долиолярия	350 ± 0	350	350
	17	Пентактула	341,6 ± 8,3	325	350
32	3	Диплеврула	433,3 ± 22	400	475
	4	Ранняя аурикулярия	602,7 ± 14,7	525	675
	7	Средняя аурикулярия	679,2 ± 17,9	600	800
	11	Поздняя аурикулярия	845,8 ± 23,6	775	900
	13	Долиолярия	400 ± 28,8	350	450
	14	Пентактула	383,3 ± 16,6	350	400
35	3	Диплеврула	508,3 ± 8,3	500	525
	4	Ранняя аурикулярия	552,7 ± 15,2	500	625
	7	Средняя аурикулярия	720,8 ± 22,7	650	800
	9	Поздняя аурикулярия	947,2 ± 31,3	875	1125
	12	Долиолярия	458,3 ± 41,6	375	500
	13	Пентактула	400 ± 14,4	375	425

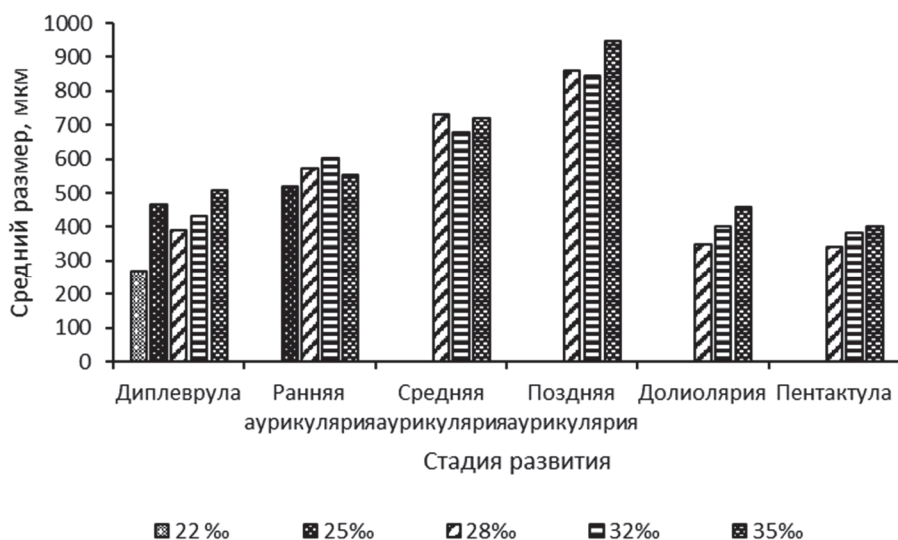


Рис. 5. Размеры личинок *A. japonicus* при различных показателях солености воды
 Fig. 5. Sizes of *A. japonicus* larvae at different water salinity

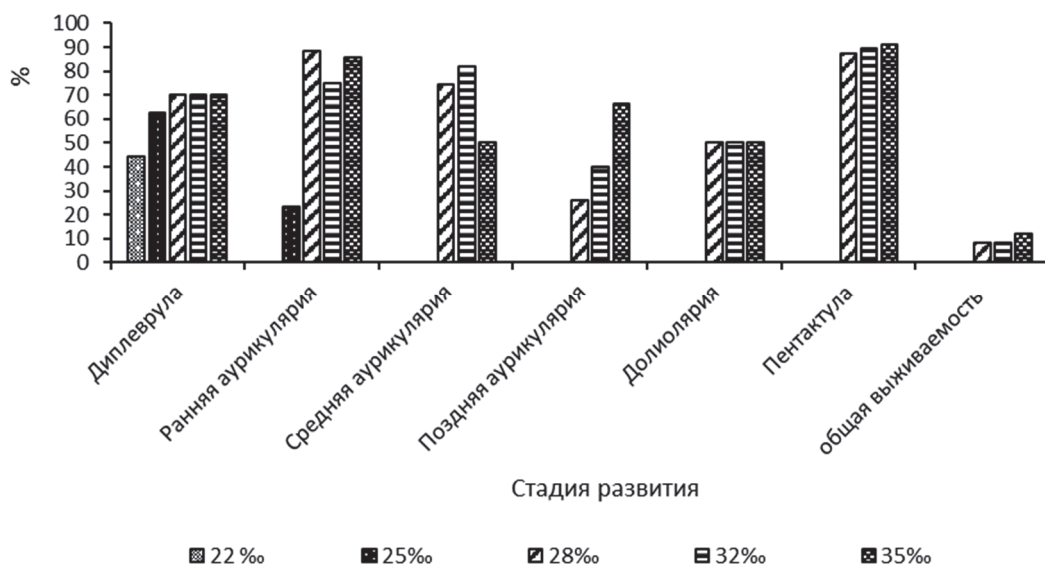


Рис. 6. Выживаемость личинок *A. japonicus* при различных показателях солености воды
 Fig. 6. Survival of *A. japonicus* larvae at different water salinity

Ознакомившись с зарубежной и отечественной научной литературой, и на основании проведенного эксперимента, мы обнаружили несоответствие в экспериментальных данных.

В своей работе Dong et al. (2006) считает, что температура от 15 до 18 °C является оптимальной для роста и развития личинок [8], в то же время Чжан Я Цин (2003) отмечает, что температура воды 15 °C ведет к высокой доли аномальных изменений в развитии особи и медленному развитию [9]. По нашим данным, температура 15 °C слишком низкая для развития личинок трепанга, в то время как при температуре 18 °C развитие хоть и медленное, но протекает без отклонений.

При развитии в воде с температурой 21 °C личинки активно питаются и развиваются, темп роста у личинок при данной температуре являлся более быстрым, чем при более низкой

температуре, что соответствует результатам отечественных и зарубежных исследователей [2, 3, 6, 10–13].

Chaoqun Hu et зафиксировал, что при температуре 24 °С происходит наиболее быстрый темп роста личинок трепанга, при этом выживаемость была очень низкой [14]. Проведенный нами эксперимент подтверждает данный вывод.

Сопоставляя результаты эксперимента и данные научных исследований, мы можем подтвердить, что оптимальный температурный диапазон для развития личинок трепанга лежит в пределах от 18 до 21 °С.

Личинки дальневосточного трепанга не являются эвригалинными, что подтверждает множество литературных источников.

В своих работах Кашенко предполагает, что существование личинок возможно при солености от 22 до 25 ‰, в случае если производится акклиматизация личинок [5]. Наш же эксперимент показал, что личинки не способны долго существовать в данной солености, развитие личинок при таких показателях солености не наблюдается.

Проведя эксперимент с 28 ‰, мы можем подтвердить, что развитие при данной солености протекает более медленным темпом, но метаморфоз осуществляется полностью, без отклонений, что подтверждает результат эксперимента Сомойловой. По данным Левина, при солености ниже 28 ‰ развитие личинок угнетается [1, 7].

В своих исследованиях Левин доказал, что толерантный диапазон солености составляет от 32 до 34 ‰, что подтверждает результаты проведенного нами эксперимента [1].

Соленость в 35 ‰ является наиболее лучшим показателем как для вылупления, так и для роста личинок. Данные результаты схожи с данными эксперимента Asha [15].

Полученные нами данные показали, что оптимальный диапазон солености воды для развития личинок трепанга составляет от 28 до 35 ‰, все показатели ниже данных значений является губительными для личинок [2, 4, 12, 15, 16].

Заключение

Личиночная стадия развития трепанга является самой уязвимой в жизненном этапе. Экстремально высокие и низкие температуры воды и их резкие перепады отрицательно влияют на рост и развитие личинок, которые проходят у дна в стабильных условиях, усиливая угнетающие действия пониженной солености.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента мы пришли к заключению, что для развития и роста личинок трепанга показатели температуры воды ниже 15 °С являются летальными, оптимальными являются значения температуры от 18 до 24 °С. Показатели солености воды ниже 28 ‰ являются губительными для личинок, оптимальные показатели лежат в пределах от 28 до 35 ‰.

Список источников

1. Левин В.С. Дальневосточный трепанг. Биология, промысел, воспроизводство. СПб.: Голанд, 2000. 200 с.
2. Мокрецова Н.Д. и др. Инструкция по технологии получения жизнестойкой молоди трепанга в заводских условиях. Владивосток: ТИПРО-Центр, 2012. 81с.
3. Гостюхина О.Б., Захарова Е.А. Особенности получения и выращивания личинок и молоди дальневосточного трепанга (*Apostichopus japonicus*) в заводских условиях // VII Всероссийская конференция по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова). М.: Изд-во ВНИРО, 2006. С. 278–280.
4. Кашенко С.Д. Влияние соленостной акклимации трепанга *Stichopus japonicus* на адаптивные способности разных стадий его развития // Биол. моря. 1997. Т. 23, № 2. С. 93–100.

5. Кашенко С.Д. Акклиматизация морского огурца *Apostichopus japonicus* к пониженной солености на стадиях бластулы и гастрюлы: ее влияние на резистентность личинок к опреснению на последующих стадиях развития // Биол. моря. 2000. Т. 26, № 6. С. 400–405.
6. Кашенко С.Д. Влияние температуры и солености на раннее развитие трепанга *Stichopus japonicus* // Биол. моря. 1998. Т. 24, № 2. С. 103–107.
7. Самойлова А.А. Влияние солености на развитие личинок дальневосточного трепанга в искусственных условиях // Инновации в науке, образовании и бизнесе-2012: тр. X Междунар. науч. конф. Калининград: ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 2012. С. 87–89.
8. Tingting Ji et al. Growth and physiological responses in the sea cucumber, *Apostichopus japonicus* Selenka: Aestivation and temperature // Aquaculture. 2008. Vol. 283. P. 180–187.
9. Чжан Я Цин и др. Трепанг и морской еж. Биология, исследование и разведение. Далянь: Даляньский рыбохозяйственный университет, 2003. 200 с.
10. Guangbin Liu et al. Effects of rearing temperature and density on growth, survival and development of sea cucumber larvae, *Apostichopus japonicus* (Selenka) // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2015. Vol. 39. P. 25–35.
11. Matrosova I.V. et al. Experimental larval rearing of the Japanese sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) in Severnaya bay (Slavyansky bay, Sea of Japan) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 548. 2020. P. 72059.
12. Song aihuan et al. Effects of temperature and salinity on the growth and development of F2 larvae bred in the selective breeding of *Apostichopus japonicus* // The 11th annual conference of the chinese association for science and technology, 2009.
13. Tianlong Qiu et al. Development, Settlement, and Post-settlement Growth // Developments in Aquaculture and Fisheries Science. 2015. Vol. 39. P. 111–131.
14. Chaoqun Hu et. al. Spawning, larval development and juvenile growth of the sea cucumber *Stichopus horrens* // Aquaculture. 2013. Vol. 404–405. P. 47–54.
15. Asha P.S. et al. Influence of salinity on hatching rate, larval and early juvenile rearing of sea cucumber *Holothuria scabra* Jaeger // Journal of the Marine Biological Association of India. 2011. P. 79–85.
16. Li Li & Qi Li. Effects of stocking density, temperature, and salinity on larval survival and growth of the red race of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) // Aquaculture International. 2010. Vol. 18. P.447–460.

References

1. Levin V.S. Far Eastern trepang. Biology, fishing, reproduction. St. Petersburg: Goland, 2000. 200 p.
2. Mokretsova N.D. et al. Instructions on the technology of obtaining resilient trepang juveniles in factory conditions. TINRO-Center, 2012. 81c.
3. Gostyukhina, O.B., Zakharova, E.A. Features of obtaining and growing larvae and juveniles of the Far Eastern trepang (*Apostichopus arossiz*) in factory conditions // in the VII-I All-Russian Conference on commercial invertebrates (in memory of B.G. Ivanov).M.: VNIRO Publishing House, 2006. P. 278–280.
4. Kashenko S. D. Influence of salinity acclimation of trepang *Stichopus arossiz* on adaptive abilities of different stages of its development // Biology of the sea. 1997. Vol. 23, No. 2. P. 93–100.
5. Kashenko S.D. Acclimatization of the sea cucumber *Apostichopus arossiz* to reduced salinity at the stages of blastula and gastrula: its effect on the resistance of larvae to desalination at subsequent stages of development // Biology of the sea. 2000. Vol. 26, No. 6. P. 400–405.
6. Kashenko S. D. Influence of temperature and salinity on the early development of trepang *Stichopus Camellia* // Marine Biology. 1998. Vol. 24, No. 2. P. 103–107.

7. Samoylova A.A. The influence of salinity on the development of larvae of the Far Eastern trepang in artificial conditions // Proceedings of the x International Scientific. Conf. "Innovations in Science, Education and Business-2012" Kaliningrad: Kaliningrad State Technical University, 2012. P. 87–89.

8. Tingting Ji and all that. Growth and physiological reactions of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* Selenka: stimulation and temperature // *Aquaculture*. 2008. Vol. 283. P. 180–187.

9. Zhang Ya Qing et al. Trepang and sea urchin. Biology, Research and breeding. Dalian: Dalian Fisheries University 2003. 200 p.

10. Guangbing Liu and others. Influence of temperature and density of cultivation on growth, survival and development of larvae of sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) // *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. 2015. Vol. 39. P. 25–35.

11. Matrosova I.V. et al. Experimental cultivation of larvae of Japanese sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) in Severnaya Bay (Slavyansky Bay, Sea of Japan) // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2020. 548. P.72059.

12. Song Aihuang and all the others. The influence of temperature and salinity on the growth and development of F2 larvae, the 11th Annual Conference of the Chinese Association of Science and Technology *Apostichopus japonicus* // The 11th Annual Conference of the Chinese Association of Science and Technology, 2009.

13. Tianlong Qiu and all the others. Development, settlement and growth after settlement // *Achievements in the field of aquaculture and fisheries*. 2015. Vol. 39. P. 111–131.

14. Chaokun Hu et al. all. T, larval development and growth of juvenile sea cucumber *Stichopus horrens* // *Aquaculture*. 2013. Vol. 404–405. P. 47–54.

15. Asha P.S. and all the others. The influence of salinity on the hatching rate, development of larvae and early juveniles of the sea cucumber *Holothuria scabra* Jaeger // *Journal of the Marine Biological Association of India*. 2011. P. 79–85.

16. Li Li and Qi Li. The influence of stock density, temperature and salinity on the survival and growth of larvae of the red race of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) // *Aquaculture International*. 2010. Vol. 18. P. 447–460.

Информация об авторах

М.В. Ларикова – студент;

С.Е. Лескова – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура», SPIN-код: 5124-2384, AuthorID: 960459.

Information about the authors

M.V. Larikova – Student;

S.E. Leskova – PhD in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Water Bioresources and Aquaculture, SPIN-code: 5124-2384, AuthorID: 960459.

Статья поступила в редакцию 26.10.2022, одобрена после рецензирования 02.11.2022, принята к публикации 02.12.2022.

The article was submitted 26.10.2022, approved after reviewing 02.11.2022, accepted for publication 02.12.2022.

Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 85–93.
Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2022. Vol. 62, no 4. P. 85–93.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 639.2

Анализ распределения объемов добычи (вылова) минтая между пользователями в Южно-Курильской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2015–2021 гг.

Светлана Владимировна Лисиенко¹, Олеся Викторовна Хмелева²

^{1, 2}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹ lisienkosv@mail.ru

² khmeleva.ov@dgtru.ru

Аннотация. Представлены результаты системного анализа распределения объемов (квот) добычи (вылова) минтая между рыбодобывающими предприятиями – пользователями для осуществления промышленного и прибрежного рыболовства в Южно-Курильской зоне в период 2015–2021 гг.

Ключевые слова: квоты добычи (вылова), цели промышленного и прибрежного рыболовства, общедопустимый улов, рыбодобывающие предприятия, инвестиционные квоты, пользователи водных биоресурсов

Для цитирования: 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.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES

Original article

Analysis of the distribution of harvest (catch) pollock between users in the South Kuril zone of the Far Eastern fishery basin in the period 2015–2021

Svetlana V. Lisienko¹, Olesia V. Khmeleva²

^{1, 2}Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹ lisienkosv@mail.ru

² khmeleva.ov@dgtru.ru

Abstract. The article presents the results of a systematic analysis of the distribution of volumes (quotas) of production (catch) of walleye pollock between fishing enterprises – users for the implementation of industrial and coastal fishing in the South Kuril zone in the period 2015–2021.

Keywords: production (catch) quotas, goals of industrial and coastal fishing, general allowable catch, fishing enterprises, investment quotas, users of aquatic biological resources

For citation: Lisienko S.V., Khmeleva O.V. Analysis of the distribution of harvest (catch) pollock between users in the South Kuril zone of the Far Eastern fishery basin in the period 2015–2021. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022;62(4):85–93. (in Russ.)

Введение

Проведение оптимизации распределения объемов добычи (вылова) биоресурсов на современном этапе развития отрасли позволит совершенствовать организацию ведения добычи таких ресурсов в зонах Дальневосточного бассейна [1]. Несмотря на действующие регламенты, которые определяют порядок наделения предприятий-судовладельцев квотами в полном объеме [2, 3], в последние годы стали появляться разные мнения об оценке их эффективности в контексте выполнения целевых показателей рыболовства – объемов добычи (вылова) водных биоресурсов и их наиболее полного освоения [4].

В связи этим проведение исследований с целью выявления причин неэффективности сегодня является актуальным. В дальнейшем результаты исследования могут лечь в основу разработки усовершенствованного механизма распределения квот между пользователями водных биоресурсов, которое направлено на оптимальное их освоение.

Объекты и методы исследований

Проведенные исследования по изучению имеющегося распределения квот между пользователями основываются на системном анализе и представлены несколькими исследовательскими векторами: внутризоновым распределением ресурсной базы между пользователями и «пользовательским» набором ресурсного потенциала межзонового распределения.

Применение научного метода декомпозиции позволило рассмотреть многовидовую промысловую систему – промысловая зона – как сложную объектно-производственную систему, состоящую из соответствующих подсистем [5]. Причем в первом случае так называемому «расчленению» подлежали объектно-ориентированные системы – системы промысловых объектов, т.е. «пообъектное расчленение», которое определило состав пользователей конкретного промыслового ресурса. Во втором случае осуществлялось «пользовательское расчленение», при котором исследовался пользователь как субъект «владения» набором квот добычи (вылова), пообъектно в каждой промысловой зоне.

Объектами исследований была выбрана Южно-Курильская зона Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна и минтай в качестве объекта водного биоресурса. Для проведения системного анализа, имеющегося распределения квот добычи (вылова) минтая между пользователями в Южно-Курильской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2015–2021 гг., применен первый вариант метода декомпозиции – «пообъектное расчленение». В работе использованы открытые данные банка правовых актов Федерального агентства по рыболовству [3, 6].

Результаты и их обсуждение

В период с 2015 г. по 2021 г. общее число пользователей, получивших квоты на вылов (добычу) минтая в Южно-Курильской зоне, составило 18 единиц. При этом ежегодное количество пользователей, имеющих объемы вылова (добычи) минтая, менялось от 9 до 13 ед.: в 2015 г. – 10 ед., в 2016 г. – 9 ед., в 2017 г. – 9 ед., в 2018 г. – 10 ед., в 2019 г. – 9 ед., в 2020 г. – 12 ед., в 2021 г. – 13 ед., причем 6 пользователей получали квоты на протяжении всего исследуемого периода.

Общедопустимый улов на вылов (добычу) минтая в исследуемом периоде в Южно-Курильской зоне составил 717,6 тыс. т. Среднее значение установленного ОДУ на вылов (добычу) минтая по годам исследуемого периода составило порядка 102,5 тыс. т [6, 7]. Максимальное значение ОДУ в объеме 116,7 тыс. т было установлено в 2021 г., минимальное значение в объеме 89,3 тыс. т – в 2016 г.

Следует отметить, что в исследуемом временном периоде среднее значение распределенных между пользователями квот на добычу (вылов) минтая в целях промышленного и (или) прибрежного рыболовства составило порядка 99,8 тыс. т. Максимальный объем выделенных квот наблюдался в 2021 г. в объеме 114,9 тыс. т, минимальный в объеме 86,2 тыс. т – в 2016 г.

Объемы квот, выделенные пользователям, варьировались от нескольких тонн до десятков тысяч тонн, в связи с чем проведено ранжирование объемов квот на добычу (вылов) минтая по пяти интервалам с соотношением пользователей этих квот к соответствующим группам:

- группа А – объемы квот до 1 тыс. т;
- группа В – от 1 тыс. т до 5 тыс. т;
- группа С – от 5 тыс. т до 10 тыс. т;
- группа D – от 10 тыс. т до 20 тыс. т;
- группа E – свыше 20 тыс. т.

На рис. 1 представлена диаграмма количественного распределения пользователей, имевших соответствующие квоты в заданном интервале времени.

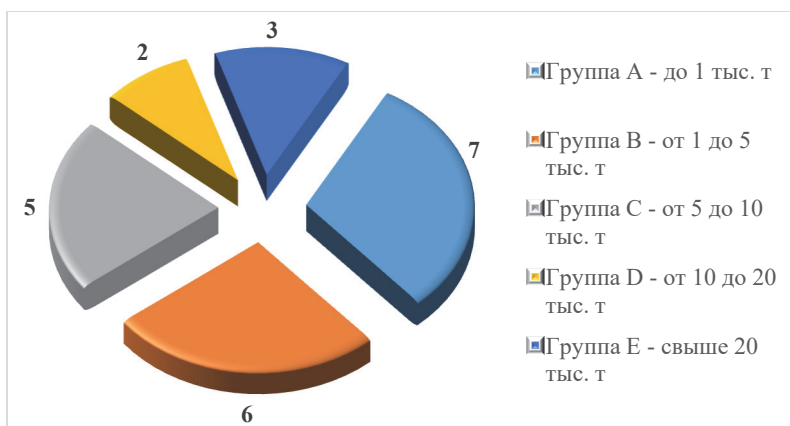


Рис. 1. Количество пользователей каждой группы на временном интервале 2015–2021 гг.

Fig. 1. The number of users of each group in the time interval 2015–2021

Так, число пользователей группы А составляло 7 ед., пользователей группы В – 6 ед., пользователей группы С – 5 ед., пользователей группы D – 2 ед., пользователей группы E – 3 ед. При этом удельный вес пользователей группы А в общем количестве пользователей данного периода составил 38,87 %, пользователей группы В – 33,3 %, пользователей группы С – 27,8 %, пользователей группы D – 11,1 %, пользователей группы E – 16,7 %.

На рис. 2 представлен график распределения квот добычи (вылова) минтая между выделенными группами в период 2015–2021 гг.

Из данных графика видно, что наибольший удельный вес объемов квот составили доли пользователей, входящих в группу E – в среднем 48,7 % всего объема выделенных квот за весь исследуемый период. Причем ни один из трех пользователей этой группы не был их обладателем на всем исследовательском периоде: у двух пользователей не было наделение квотами по одному году, а один пользователь был наделен лишь в 2021 г. Наименьший удельный вес объемов составили объемы добычи (вылова) пользователей, входящих в группу А –

в среднем 1,1 % от всего объема выделенных квот. Причем рост доли квот в этой группе произошел в 2020, 2021 гг. за счет наделения пользователей инвестиционными квотами. На протяжении 2015–2019 гг. среднее значение объемов вылова в этой группе составило 0,36 %. Количество таких пользователей – 2 ед.

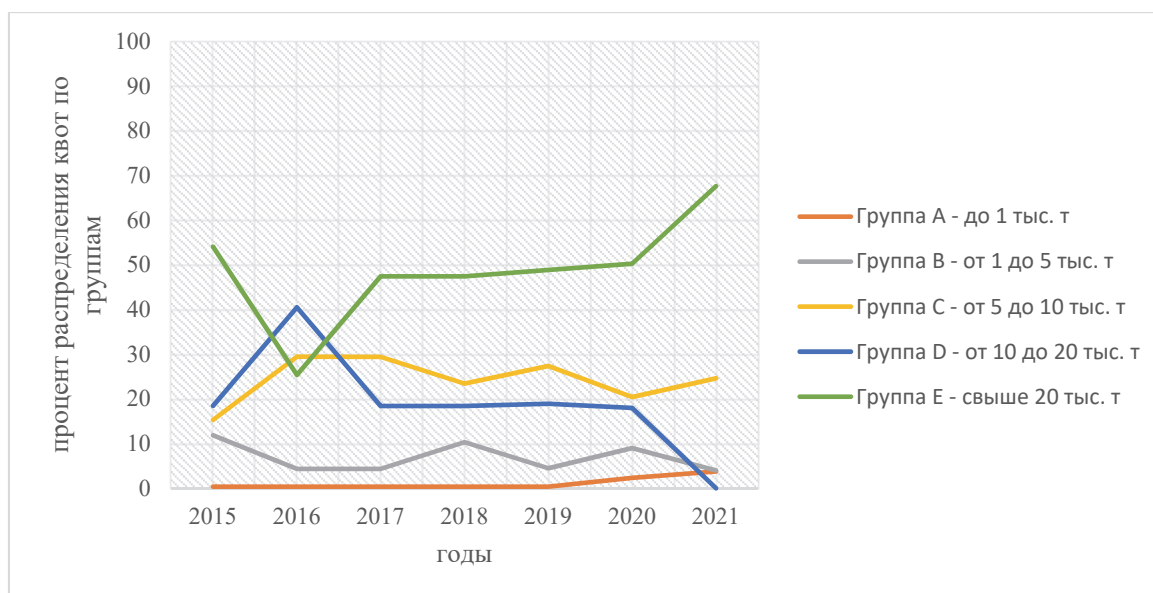


Рис. 2. Распределение квот добычи (вылова) каждой группы в общем объеме распределенных квот в интервале 2015–2021 гг., %

Fig. 2. Distribution of production quotas (catch) of each group in the total volume of allocated quotas in the period 2015–2021, %

Наличие квот добычи (вылова) на долговременной основе является показателем стабильной рыбодобывающей деятельности любого пользователя. В связи с этим был проведен анализ ежегодного наличия у пользователей квот в исследуемой зоне в период 2015–2021 гг.

В результате анализа было установлено, что ежегодно квоты на добычу (вылов), т.е. все 7 лет, имели 6 пользователей, что составило 33,3 % от всех пользователей, имеющих доли в данном временном интервале. В число таких пользователей вошли пользователи группы С в количестве 3 ед. (60,0 % от всех пользователей данной группы), группы В – 1 ед. (1,7 %), группы D – 1 ед. (50,0 %), группы E – 1 ед. (33,3 %). Следует отметить, что объемы выделенных квот одному и тому же пользователю ежегодно менялись как незначительно, что позволяло находиться пользователю в одной группе на протяжении всего исследуемого временного интервала, так и значительно, что приводило к переходу пользователя в другую группу. Так, только 2 пользователя из 6, ежегодно наделяемые квотами, получали объемы добычи (вылова) минтая в пределах одной группы С: пользователь П 1 имел минимальный объем на добычу (вылов) минтая в 2020 г. в размере 6 960,85 т и максимальный 2015 г. – 8 666,63 т; пользователь П 5 получил минимальный объем квот 5 604,80 тыс. т в 2020 г. и максимальный – в размере 7341,34 т в 2017 г.

В каждой группе присутствовали пользователи, имеющие доли квот, например, только на один год, только на 2 года и т.д. Причем эти периоды не всегда совпадали с началом исследуемого периода. На этом основании было проведено ранжирование пользователей по срокам наличия долей. Так, пользователям, имеющим доли только на 1 год, были присвоены соответствующие индексы: А1, В1, С1, D1, E1. Остальные соответствующие годам индексы были присвоены пользователям аналогичным образом.

Дальнейший анализ распределенных за указанный интервал времени между остальными пользователями, входящими в каждую выделенную группу, объемов квот по годам интервала позволил установить следующее:

А. Распределение квот между пользователями в группе А представлено на рис. 3. В данной группе имелись пользователи с индексами А1, А2, А5. Пользователи А1 были лишь в 2021 гг. в количестве 2 ед., или 28,5 % от всех пользователей данной группы; А2 были в 2015, 2016, 2020, 2021 гг. – 4 ед. (57,2 %); А5 в 2017–2021 гг. – 1 ед. (14,3 %). Средневзвешенные объемы квот составили по А1 788,8 т, по А2 – 617,1 т, по А5 – 355,3 т. Средний ежегодный объем квот пользователей группы А составил порядка 552,7 т.

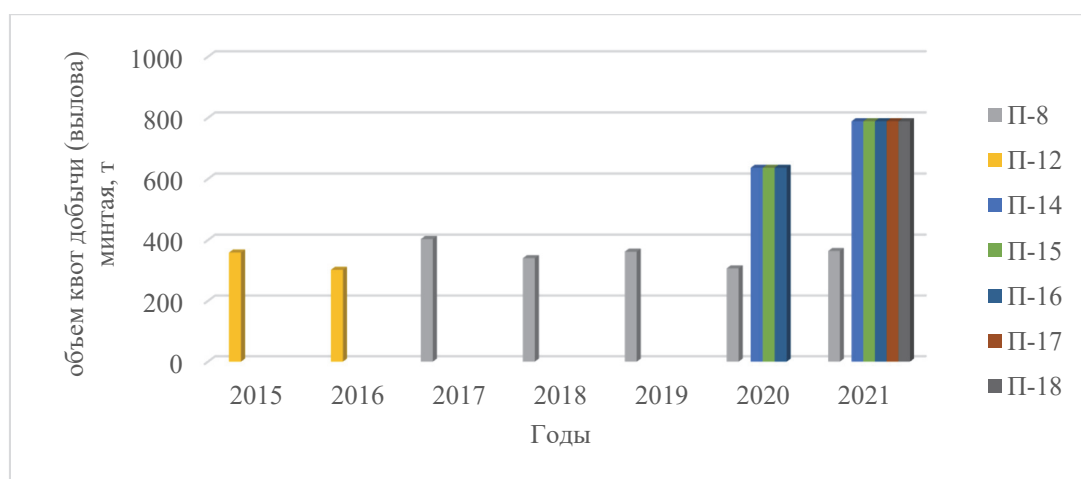


Рис. 3. Распределение квот добычи (вылова) группы А в интервале 2015–2021 гг.
Fig. 3. Distribution of production quotas (catch) of group A in the period 2015–2021

В. Распределение квот между пользователями в группе В представлено на рис. 4. В группе В присутствовали пользователи с индексами В1, В4, В5. Общее число пользователей В1 в 2015, 2018 и 2020 гг. составило 4 ед., или 66,6 % от всех пользователей данной группы; В4 в 2015–2018 гг. – 1 ед. (16,7 %); В5 в 2015, 2018–2021 гг. – 1 ед. (16,7 %). Средневзвешенные объемы квот составили по В1 2147,2 т, по В4 – 4186,82 т, по В5 – 4443,36 т. Средний ежегодный объем квот пользователей группы В составил порядка 3657,9 т.

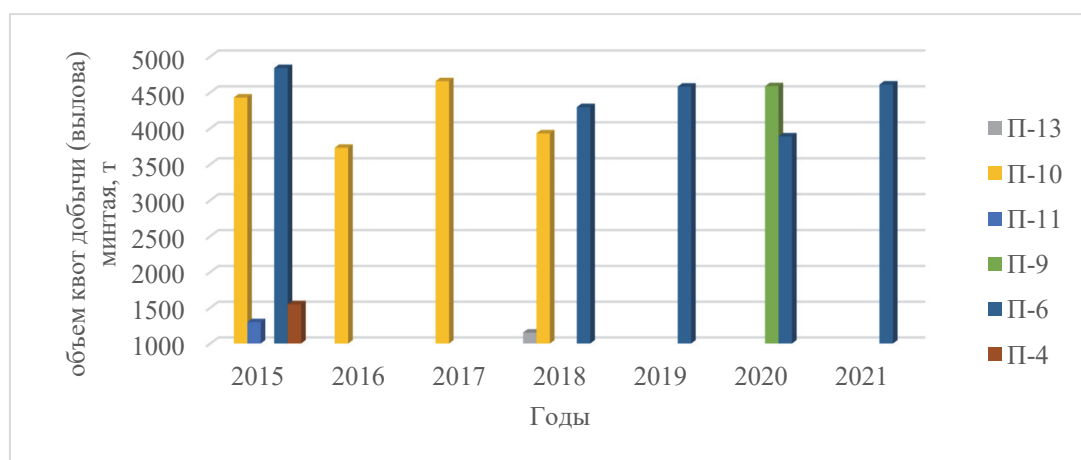


Рис. 4. Распределение квот добычи (вылова) группы В в интервале 2015–2021 гг.
Fig. 4. Distribution of production quotas (catch) of group B in the period 2015–2021

С. Распределение квот между пользователями в группе С представлено на рис. 5. В группе С входили пользователи с индексами С2, С6, С7. Общее число пользователей С2 в 2016 и 2017 гг. составило 2 ед., или 40,0 % от всех пользователей данной группы; С6 в 2016–2021 гг. – 1 ед. (20,0 %); С7 в 2015–2021 гг. – 2 ед. (40,0 %). Средневзвешенные объемы квот составили по С2 5618,5 т, по С6 – 7605,9 т, по С7 – 7246,6 т. Средний ежегодный объем квот пользователей группы С составил порядка 7065,1 т.

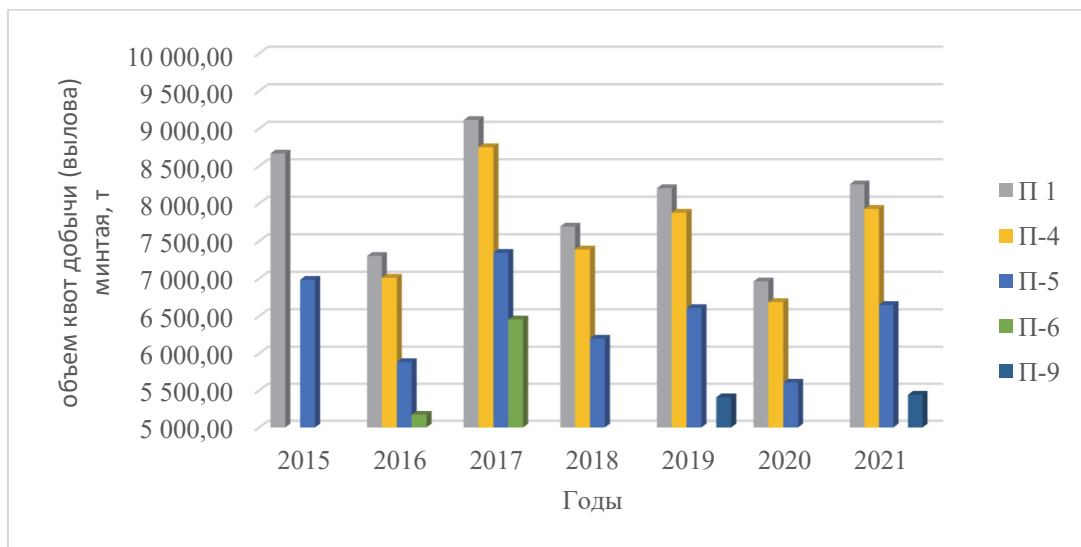


Рис. 5. Распределение квот добычи (вылова) группы С в интервале 2015–2021 гг.
Fig. 5. Distribution of quotas of production (catch) of group C in the interval 2015–2021

Д. Распределение квот между пользователями в группе D представлено на рис. 6. В группе D находились пользователи с индексом D1 и D6. Общее число пользователей D1 в 2016 г. составило 1 ед., или 50 % от всех пользователей данной группы; D6 в 2015–2020 гг. – 1 ед. (50 %). Средневзвешенные объемы квот составили по D1 19011,2 т; по D6 – 17945,4 т. Средний ежегодный объем квот пользователей группы D составил порядка 18097,7 т.

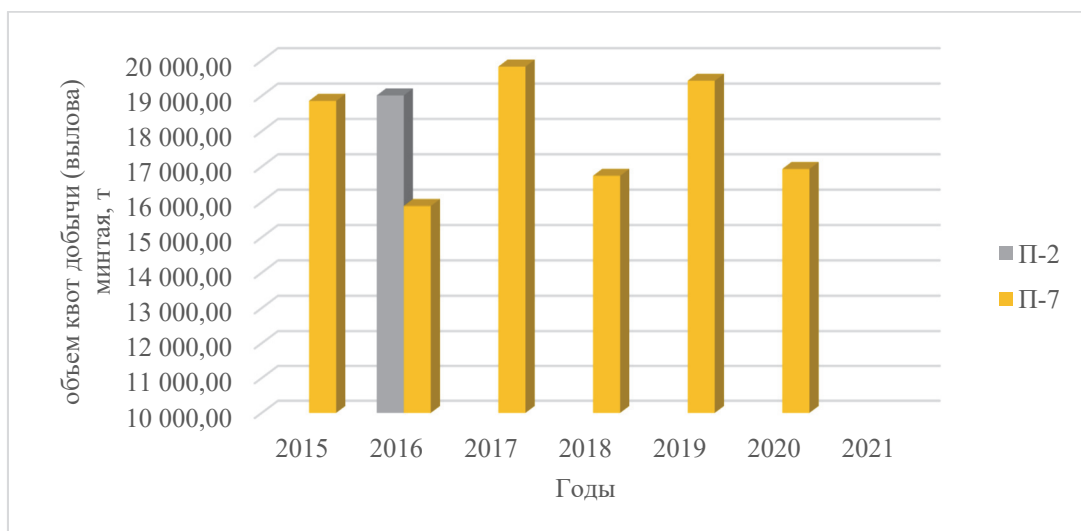


Рис. 6. Распределение квот добычи (вылова) группы D в интервале 2015–2021 гг.
Fig. 6. Distribution of production quotas (catch) of group D in the period 2015–2021

Е. Распределение квот между пользователями в группе Е представлено на рис. 7. В группе Е входили пользователи с индексами Е1, Е6. Общее число пользователей Е1 в 2021 г. составило 1 ед., или 33,3 % от всех пользователей данной группы; Е6 в 2015–2021 гг. – 2 ед. (66,7 %). Средневзвешенные объемы квот составили по Е1 21529,3 т, по Е6 – 27075,9 т. Средний ежегодный объем квот пользователей группы Е составил порядка 26649,2 т.

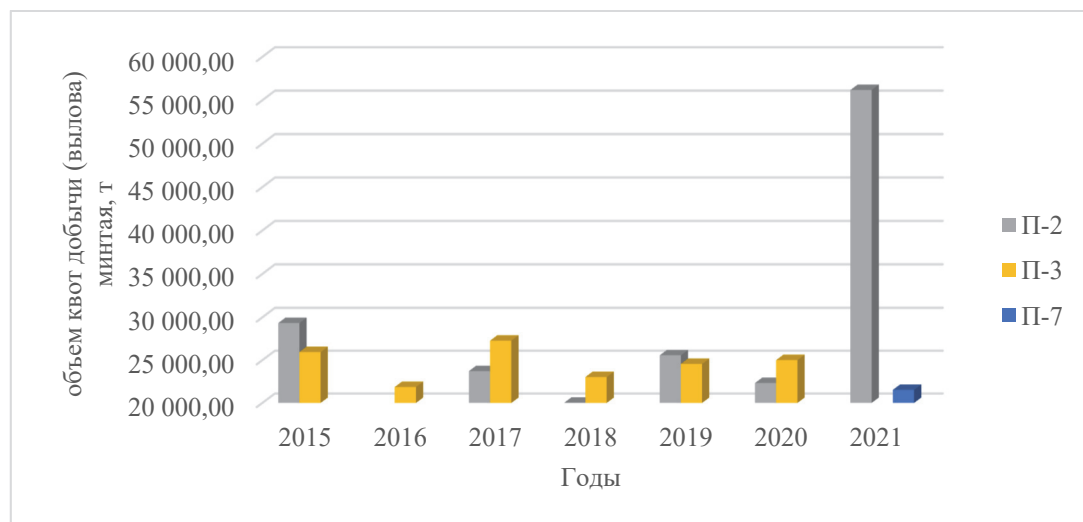


Рис. 7. Распределение квот добычи (вылова) группы Е в интервале 2015–2021 гг.
Fig. 7. Distribution of production quotas (catch) of Group E in the period 2015–2021

Заключение

По результатам проведенного анализа было установлено, что общее число пользователей, имеющих распределенные объемы квот на добычу (вылов) минтая в Южно-Курильской зоне в период 2015–2021 гг., составляло 18 ед., причем ежегодно их число варьировалось от 9 до 13 ед. Объемы квот численно составляли широкий диапазон и были распределены по 5 интервалам, соотношенным с соответствующей выделенной группой пользователей. Ежегодно в исследованном периоде квоты на добычу (вылов) имели 6 пользователей, или 33,3 % от всех пользователей. Все эти пользователи ежегодно были основными «держателями» исследованных квот на добычу (вылов) минтая. Их ежегодные объемы квот составляли порядка 72,3 % всех распределяемых объемов квот. Ежегодное распределение оставшихся объемов квот между остальными пользователями имело нестабильную динамику. Нестабильность выражалась в распределении квот на ограниченный срок. Наиболее «ликвидными» с точки зрения рациональности добычи (вылова) минтая были объемы квот пользователей групп С, D и Е. Их суммарный удельный вес в общем объеме квот составил 92 %. Количество пользователей, имевших данные объемы квот, составляло 8 ед., или 44 % от всех пользователей исследованного периода.

Список источников

1. Лисиенко С.В. Совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов с целью успешной реализации стратегического развития отечественного рыболовства // Рыб. хоз-во. 2013. № 3. С. 17–21.
2. Материалы к заседанию Коллегии Федерального агентства по рыболовству по вопросу: «Итоги работы Росрыболовства в 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 гг.» [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: (fish.gov.ru).

3. 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, 2019, 2020, 2021 гг.»: Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/>.

4. Рыбохозяйственный комплекс Дальнего Востока. Дайджест. Восточный центр государственного планирования (ФАНУ «Востокгосплан»). М., 2022. 33 с.

5. Лисиенко С.В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР // Рыб. хоз-во. 2013. № 4. С. 34–41.

6. Об утверждении общего допустимого улова водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях на 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 гг.: Приказы Минсельхоза России [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/>.

References

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

2. Materials for the meeting of the Board of the Federal Agency for Fisheries on the issue: "The results of the work of Rosrybolovstvo in 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 years" [Electronic resource]. The access mode is free. URL: (fish.gov.ru).

3. 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 on 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021": Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/>.

4. The fisheries complex of the Far East. Digest. The Eastern Center of State Planning (FANU "Vostokgosplan"). Moscow, 2022. 33 p.

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

6. On approval of the total allowable catch of aquatic biological resources in the internal sea waters of the Russian Federation, the territorial sea of the Russian Federation, on the Continental Shelf of the Russian Federation and in the Exclusive Economic Zone of the Russian Federation, in the Azov and Caspian Seas on 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 gg.: Orders of the Ministry of Agriculture of Russia [Electronic resource]. The access mode is free. URL: <http://fish.gov.ru/>.

Информация об авторах

С.В. Лисиенко – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой промышленного рыболовства, SPIN-код: 6437-6364, AuthorID: 371990;

О.В. Хмелева – кандидат химических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, SPIN-код: 9094-6808, AuthorID: 148494.

Information about the authors

S.V. Lisienko – PhD in Economics, Associate Professor, Head of the Department of Industrial Fisheries, SPIN-code:6437-6364, AuthorID: 371990;

O.V. Khmeleva – PhD, Associate Professor of the Department of Ecology and Natural Resources Management, SPIN-code: 9094-6808, AuthorID: 148494.

Статья поступила в редакцию 07.12.2022, одобрена после рецензирования 08.12.2022, принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 07.12.2022, approved after reviewing 08.12.2022, accepted for publication 12.12.2022.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 532.5+639.2.081:681.3

**Оценка нахождения гидродинамических коэффициентов
с использованием вычислительной гидродинамики**

Дмитрий Анатольевич Пилипчук¹, Татьяна Николаевна Веренич², Юлия Александровна Григорьева³

^{1, 2, 3}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹ pilipchuk.da@dgtru.ru <https://orcid.org/0000-0002-9273-5957>

² verenich_tanya_rus@mail.ru

³ yuliagrigoreva1212@gmail.com

Аннотация. Перед построением спроектированного изделия гидродинамическая модель может быть использована для определения присущих ей характеристик. Уравнения, описывающие характеристики изделия, являются наиболее широко используемой гидродинамической моделью, в которой необходимо оценить эти коэффициенты. Эти коэффициенты обычно определяются с помощью обычных экспериментальных и аналитических методов. Наиболее распространенным методом на сегодняшний день являются выборочные модельные тесты, но подход с отдельным определением отнимает много времени и затрудняет оценку надежности модели. Предлагается эффективный подход к оценке гидродинамических коэффициентов с использованием вычислительной гидродинамики (CFD). Вместо тестов на модели в режиме реального времени предлагаемый виртуальный тест в свободном режиме может предоставить всю информацию, необходимую для определения всех гидродинамических коэффициентов только в одном моделировании.

Ключевые слова: вычислительная гидродинамика, CFD, коэффициенты, модель, канат, расчет

Для цитирования: Пилипчук Д.А., Веренич Т.Н., Григорьева Ю.А. Оценка нахождения гидродинамических коэффициентов с использованием вычислительной гидродинамики // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 94–101.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING

Original article

Estimation of finding hydrodynamic coefficients using computational fluid dynamics

Dmitry A. Pilipchuk¹, Tatiana N. Verenich², Yulia A. Grigorieva³

^{1, 2, 3}Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹ pilipchuk.da@dgtru.ru <https://orcid.org/0000-0002-9273-5957>

² verenich_tanya_rus@mail.ru

³ yuliagrigoreva1212@gmail.com

Abstract. Before constructing the designed product, a hydrodynamic model can be used to determine its inherent characteristics. The equations describing the characteristics of the product are the most widely used hydrodynamic model in which it is necessary to estimate these coefficients. These coefficients are usually determined using conventional experimental and analytical methods. The most common method today is selective model tests, but the approach with a separate definition takes a lot of time and makes it difficult to assess the reliability of the model. This paper proposes an effective approach to the estimation of hydrodynamic coefficients using computational fluid dynamics (CFD). Instead of real-time model tests, the proposed virtual test in free mode can provide all the information necessary to determine all hydrodynamic coefficients in only one simulation.

Keywords: computational fluid dynamics, CFD, coefficients, model, rope, calculation

For citation: Pilipchuk D.A., Verenich T.N., Grigorieva Y.A. Estimation of finding hydrodynamic coefficients using computational fluid dynamics. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022;62(4):94–101. (in Russ.).

Введение

Исследователями замечено, что при проведении экспериментальных работ по гидромеханике в открытых водоемах, на водных полигонах или непосредственно в море на результаты оказывают влияние условия проведения эксперимента.

В море на исследуемый объект влияет ветер, течение, волнение, это сильно сказывается на результате проведенного эксперимента. В связи с тем, что в море исследуемый объект в натуральную величину, сложно использовать измерительную аппаратуру и трудно измерять многие параметры орудия лова. По этой причине все орудия лова вначале испытывают в лабораторных условиях, в последующем производится пересчет результатов с модели на натуру.

При проведении экспериментов необходимо заранее учесть особенности среды, где будет проведены исследования.

Объекты и методы исследований

Для проведения экспериментов существует несколько установок, предназначенных для исследования гидромеханических качеств тел: опытовые бассейны, гидроканалы и гидролотки.

Основным элементом опытовых бассейнов, рис. 1, являются резервуары с водой [1].



Рис. 1. Опытный бассейн [1]
Fig.1. Experimental pool

Отличительной особенностью этих бассейнов являются условия движения объекта исследования, которое заключается в следующем: объект в бассейне движется аналогично реальным условиям. К тому же в бассейне отсутствует влияние внешней среды.

Но есть существенный недостаток – эксперимент ограничен временными рамками.

За последние десятилетия были построены ряд установок, получивших названия «гидролоток» и «гидроканал», рис. 2 [2]. В основе установок лежит принцип «обращенного» движения, который существует в аэродинамических трубах. Гидролотки – это замкнутые каналы, по которым течет вода. Максимальная скорость потока, которую можно развить в них, 1,0–1,5 м/с. К тому же скорость потока ограничена высотой свободной поверхности на рабочем участке.

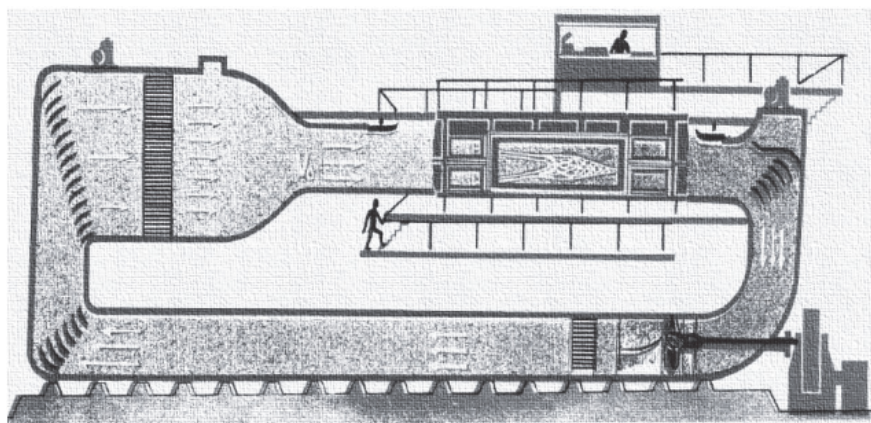


Рис. 2. Гидроканал ОАО «МариНПО» [2]
Fig. 2. Hydrochannel OJSCCompany MariNPO [2]

Гидроканалы по конструкции подобны аэродинамическим трубам. Они дают возможность сформировать поток по всему объему канала, а также увеличить скорость до 4 м/с и более. Но с увеличением скорости растет и турбулентность потока, что негативным образом влияет на результаты проведенных экспериментов.

Проведенный анализ установок показал, что каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. В большинстве случаев исследование гидродинамического сопротивления образцов можно выполнять на этих установках. Но в таких установках нет возможности в изучении последствий движения жидкости при встрече с орудием лова.

С развитием гидродинамики математические модели усложнились, из-за этого стало невозможно проводить анализ без применения численных методов и компьютерных технологий. Так появилась вычислительная гидродинамика (CFD – Computer Fluid Dynamics) [3, 4]. База вычислительных алгоритмов использовалась для создания программ, при помощи которых исследователи могли решать самые сложные задачи.

Численное моделирование задач гидродинамики ближе к экспериментальной, нежели к теоретической гидродинамике [5, 6]. Проведение расчета на ЭВМ очень схоже с проведением физического эксперимента. По сути, исследователь задает параметры, а затем наблюдает, что при этом произойдет. При проведении расчетов возможны открытия новых физических явлений; так, Кемпбелл и Мюллер [1968] открыли один случай дозвукового отрыва в численном эксперименте и лишь после этого обнаружили его при экспериментах в аэродинамических трубах. Но при численном эксперименте исследователь может задаваться различными свойствами среды и смотреть, что произойдет с объектом, или отдельно включать/выключать параметры, тем самым обеспечивая правильность проведения эксперимента. Все это создает преимущества CFD перед другими [7].

Известно, что гидродинамическая сила возникает при движении объекта относительно среды, в которую он помещен. Зная величины этих сил и их направление, можно корректировать габаритные характеристики орудия лова, его поведение в среде, а также его влияние на поведение объекта лова.

Чувствительные рецепторы рыбы способны улавливать самые малые изменения гидродинамических полей, влияющих на их поведение: это поле давлений и векторное поле скорости, которые создаются орудием лова [8, 9].

Результаты и их обсуждение

Орудия лова состоят в большей степени из ниток, веревок и канатов, поэтому для подтверждения всего вышесказанного мы выбрали объектом исследования цилиндр, так как это тело больше всего похоже на веревку. Качественно сопротивление прямолинейных канатов и ниток подчинено тем же закономерностям, что и сопротивление гладких цилиндров. Для цилиндра разными исследователями были получены гидродинамические коэффициенты, эти данные нам помогут проверить адекватность использования компьютерных программ исследуемого объекта [10].

Итак, имеется цилиндр, ось вращения которого направлена перпендикулярно потоку, рис. 3. Расчет будем проводить при разных числах Рейнольдса: 1, 1000 и 10^5 .

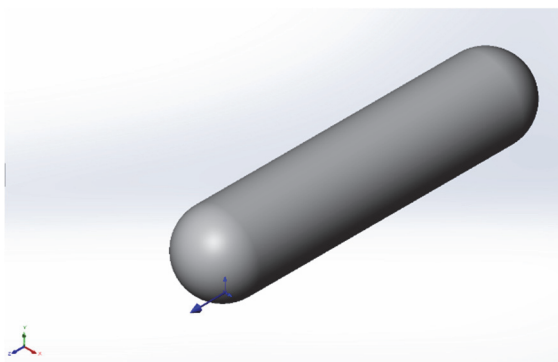


Рис. 3 Гладкий цилиндр
Fig. 3 Smooth cylinder

Для числа Рейнольдса существует формула

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}, \quad (1)$$

где D – диаметр цилиндра; V – скорость потока; ρ – плотность; μ – динамическая вязкость.

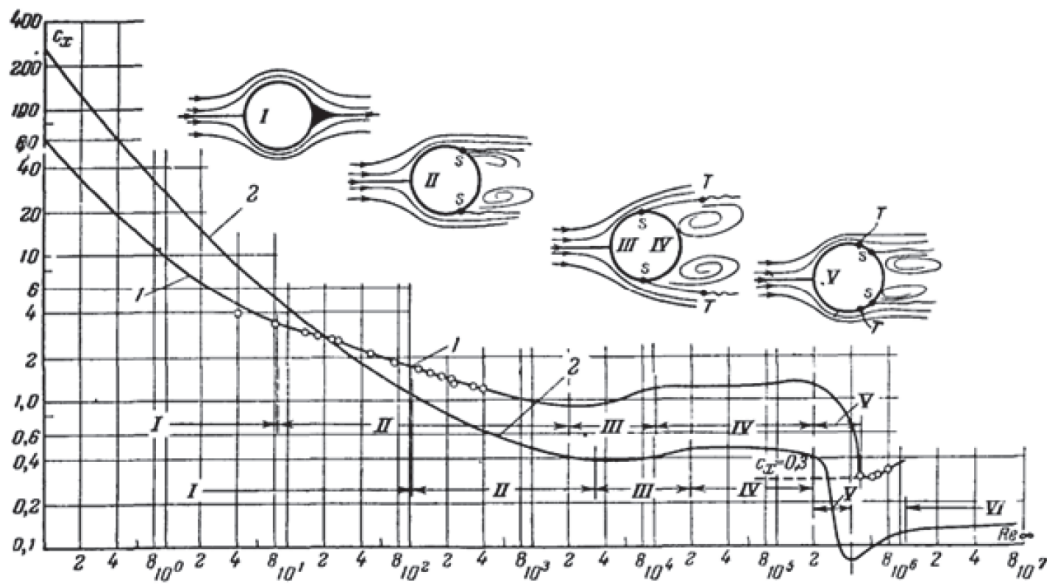
Для определения коэффициента сопротивления цилиндра используется следующая формула:

$$C = \frac{R}{0.5 \times \rho \times V^2 \times D \times L}, \quad (2)$$

где R – сила сопротивления; D – диаметр цилиндра; L – длина цилиндра.

Цель данного исследования – определить коэффициент сопротивления цилиндра и сравнить полученное значение с экспериментальными значениями, рис. 4.

Исходные данные для моделирования: $Re=1$, $Re=1000$, $Re=10^5$, давление 101325 Па, температура 20 °С, плотность воды 1015 кг/м³, динамическая вязкость 1.0115×10^{-3} Па с.



1 – цилиндр; 2 – шар

Рис. 4. Коэффициенты сопротивления и схемы обтекания шара и цилиндра в зависимости от числа Рейнольдса

Fig. 4. Drag coefficients and flow patterns of the ball and cylinder depending on the Reynolds number

Был промоделирован цилиндр с числом Рейнольдса $Re=1$, $Re=1000$, $Re=10^5$, табл. 1.

Таблица 1

Характеристики цилиндра, полученные при моделировании

Table 1

Characteristics of the cylinder obtained in the simulation

Имя цели	Единица измерения	Значение	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Число Рейнольдса $Re=1$					
Сила сопротивления	[N]	1,14E-09	1,14226E-09	1,13395E-09	1,14363E-09
Коэффициент сопротивления	[]	11,12761446	11,14412838	11,06304538	11,15753856
Число Рейнольдса $Re=1000$					
Сила сопротивления	[N]	0,00010487	0,00010336	0,00010069	0,00010655
Коэффициент сопротивления	[]	1,02314461	1,00846315	0,98242387	1,03956444
Число Рейнольдса $Re=10^5$					
Сила сопротивления	[N]	1,28959749	1,28951901	1,10724295	1,36725458
Коэффициент сопротивления	[]	1,22792643	1,23366928	1,09756372	1,43674538

Предпочтительнее выбирать средние значения коэффициента сопротивления. Так и в нестационарной задаче для средних значений менее заметны отклонения. Далее по полученным данным произвели численный расчет, табл. 2.

Таблица 2

Численные расчеты коэффициента сопротивления

Table 2

Numerical calculations of the resistance coefficient

Число Рейнольдса $Re=1$	Число Рейнольдса $Re=1000$	Число Рейнольдса $Re=10^5$
$d = 0,01$ м диаметр цилиндра	$d = 0,01$ м диаметр цилиндра	$d = 1$ м диаметр цилиндра
$l = 0,01$ м длина цилиндра	$l = 0,01$ м длина цилиндра	$l = 1$ м длина цилиндра
$t := 20$ °C температура морской воды	$t := 20$ °C температура морской воды	$t := 20$ °C температура морской воды
$\rho := 1015$ кг/м ³ плотность морской воды	$\rho := 1015$ кг/м ³ плотность морской воды	$\rho := 1015$ кг/м ³ плотность морской воды
$Re := 1$ число Рейнольдса	$Re := 1 \cdot 10^3$ число Рейнольдса	$Re := 1 \cdot 10^5$ число Рейнольдса
$\mu := 0,0010115$ Па·с динамическая вязкость	$\mu := 0,0010115$ Па·с динамическая вязкость	$\mu := 0,0010115$ Па·с динамическая вязкость
$v = 1$ м/с скорость потока	$v = 1$ м/с скорость потока	$v = 1$ м/с скорость потока
$Rx := 1,14 \cdot 10^{-9}$ Н сопротивление цилиндра	$Rx := 0,0001$ Н сопротивление цилиндра	$Rx := 1,2$ Н сопротивление цилиндра
$Cx = 11,3094$ коэффициент гидродинамического сопротивления	$Cx = 1,0021$ коэффициент гидродинамического сопротивления	$Cx = 1,1905$ коэффициент гидродинамического сопротивления

Данные, полученные при моделировании в компьютерной программе и при расчете численным методом, показаны на рис. 5. Красной точкой обозначены коэффициенты сопротивления, полученные при моделировании в программе, зеленой – данные расчетов. Проанализировав полученные данные, можно констатировать, что использование Computer Fluid Dynamics для нахождения коэффициентов гидродинамического сопротивления подтверждает их достоверность.

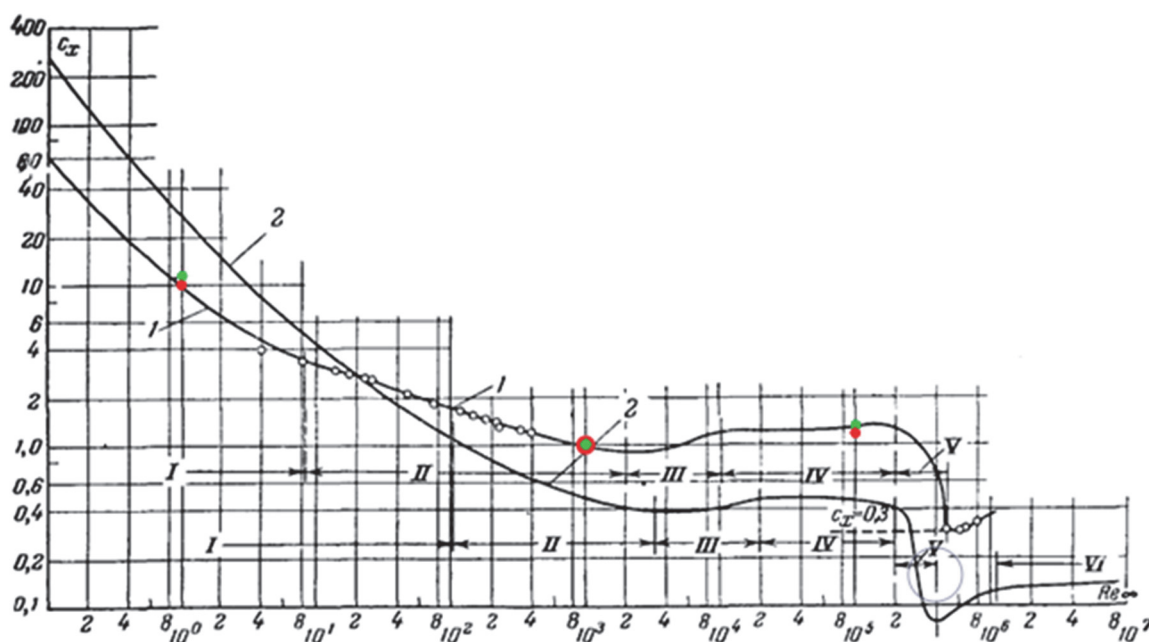


Рис. 5. Результат сравнения
Fig. 5. Comparison result

Процессы, происходящие при движении объекта в среде, можно анализировать на основе карт скоростей и давлений, в которых запечатлен характер течения, среда вокруг объекта, рис. 6.

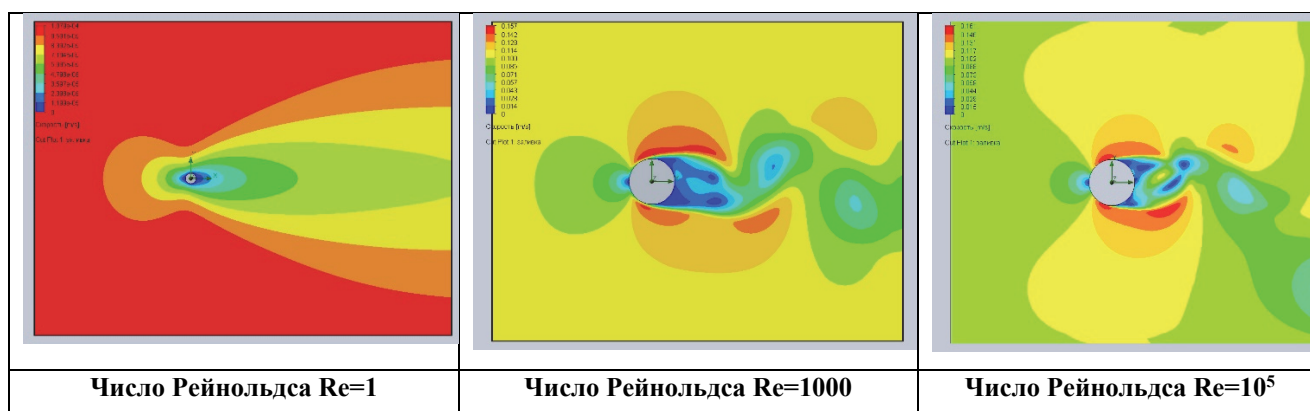


Рис. 6. Обтекание цилиндра жидкостью при разных числах Рейнольдса
Fig. 6. Fluid flow around the cylinder at different Reynolds numbers

Для обеспечения точности и достоверности данных, полученных численным методом, всегда необходимо проверять их на адекватность.

Существует несколько способов для проверки адекватности:

- 1) сравнение расчетных данных с данными физического эксперимента;
- 2) сравнение с расчётами по аналитическим моделям или инженерным методикам;
- 3) проведение серии численных расчётов в сравнении с результатами, выполненными другими методами [11, 12].

Для получения адекватных результатов исследователям необходимо не только нажимать на кнопки и ждать, пока программа выдаст данные, но и иметь определенный багаж знаний.

Заключение

В большинстве случаев физические процессы, протекающие в морской гидродинамике, изучаются в курсе «Теория рыболовства», но для восприятия этого необходимо обязательно сопоставлять её с реальными процессами и опытом, или путем эксперимента на моделях орудий рыболовства. То есть при проведении физического эксперимента необходимо учитывать много факторов, но это не всегда возможно. Поэтому грамотно подготовленный компьютерный эксперимент может дать не только статистические данные, но и физическое понимание происходящих процессов.

Список источников

1. Электронная версия журнала «Морское судоходство». URL: https://rus-shipping.ru/upload/stats/rtf/401_30.jpg (дата обращения: 20.10.2022).
2. Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы I Нац. заоч. науч.- техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. 347 с.
3. Ansys Inc. ANSYS FLUENT 12.0/12.1 Documentation. ANSYS FLUENT 12.0 Theory Guide [Электронный ресурс] // CRESCO Virtual Lab NEPTUNIUS: [сайт]. [2009]. URL: <http://www.afs.enea.it/project/neptunius/docs/fluent/index.htm> (дата обращения: 28.11.2022).
4. Ferziger J.H., Peric M. Computational Methods for Fluid Dynamics 3, rev. edition. Springer, 2002.
5. Биркгоф, Г. Гидродинамика. М.: ИИЛ, 1963. 244 с.
6. Чижиумов С.Д. Численные модели в задачах динамики судна. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1999. 182 с.

7. Чижиумов С.Д. Основы гидродинамики: учеб. пособие. Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2007. 106 с.
8. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкости. М.: Мир, 1991. Т. 1–2. 1054 с.
9. Альтшуль А.Д. Гидравлика и аэродинамика. М.: Стройиздат, 1975. 323 с.
10. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Дрофа, 2003. 840 с.
11. Шатихина Т.А. Газодинамика. 2009.
12. Батурич О.В., Батурич Н.В., Матвеев В.Н. Расчет течений жидкостей и газов с помощью универсального программного комплекса Fluent: учеб. пособие. Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2009. 151 с.

References

1. Electronic version of the journal "Maritime Navigation". URL: https://rus-shipping.ru/upload/stats/rtf/401_30.jpg (accessed: 20.10.2022).
2. Innovative development of the fishing industry in the context of ensuring food security of the Russian Federation: materials of the I National part-time scientific.- tech. conf. Vladivostok: Dalrybvuz, 2017. 347 p.
3. Ansys Inc. ANSYS FLUENT 12.0/12.1 Documentation. ANSYS FLUENT 12.0 Theory Guide [Electronic resource] // CRESCO Virtual Lab NEPTUNIUS: [website]. [2009]. URL: <http://www.afs.enea.it/project/neptunius/docs/fluent/index.htm> (accessed: 11/28/2022).
4. Ferziger J.H., Peric M. Computational Methods for Fluid Dynamics 3, rev. edition. Springer, 2002.
5. Birkhoff, G. Hydrodynamics. M.: IIL, 1963. 244 p.
6. Chizhiumov S.D. Numerical models in ship dynamics problems. Vladivostok: Publishing House of the Far East. un-ta, 1999. 182 p.
7. Chizhiumov S.D. Fundamentals of hydrodynamics: textbook. manual. Komsomolsk-on-Amur: GOVPO "KnAGTU", 2007. 106 p.
8. Fletcher K. Computational methods in fluid dynamics. M.: Mir, 1991. Vol. 1–2. 1054 p.
9. Altshul A.D. Hydraulics and Aerodynamics. M.: Stroyizdat, 1975. 323 s.
10. Loitsyansky L.G. Mechanics of liquid and gas. M.: Bustard, 2003. 840 s.
11. Shatikhina T.A. Hydrogas Dynamics. 2009.
12. Baturin O.V., Baturin N.V., Matveev V.N. Calculation of flows of liquids and gases using the universal software package Fluent. Study guide. Samara: Publishing House of the Samara State Aerospace. un-ta, 2009. 151 p.

Информация об авторах

Д.А. Пилипчук – старший преподаватель кафедры «Промышленное рыболовство», SPIN-код: 1052-9799, AuthorID: 833086;
Т.Н. Веренич – студент группы ПРб-222;
Ю.А. Григорьева – студент группы ПРб-222.

Information about the authors

D.A. Pilipchuk – Senior Lecturer of the Department of Industrial Fisheries, SPIN-code:1052-9799, AuthorID: 833086;
T.N. Verenich – Student of the PRb-222 group;
Y.A. Grigorieva – Student of the PRb-222 group.

Статья поступила в редакцию 05.12.2022, одобрена после рецензирования 07.12.2022, принята к публикации 09.12.2022.

The article was submitted 05.12.2022, approved after reviewing 07.12.2022, accepted for publication 09.12.2022.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

Научная статья

УДК 621.431.74.016

**Эффективные потоки излучения и их влияние на параметры
радиационного теплообмена в камере сгорания судового дизеля**

Борис Иванович Руднев¹, Ольга Владимировна Повалихина²

^{1, 2}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

^{1, 2}povalichina@mail.ru

Аннотация. При создании новых и совершенствовании уже существующих математических моделей локального радиационного теплообмена в камере сгорания судовых дизелей в настоящее время широко используется зональный метод, хорошо развитый в теплофизике. Вместе с тем использование зонального метода применительно камере сгорания судового дизеля имеет ряд существенных особенностей по сравнению с другими энергетическими установками (газотурбинные установки, паровые котлы и др.). К ним относятся циклический процесс сгорания топлива, переменная геометрия камеры сгорания и, как следствие, изменяющиеся по времени угловые и другие коэффициенты излучения, температура пламени и концентрация частиц сажи. Это значительно усложняет разработку новых математических моделей локального радиационного теплообмена и заставляет исследователей детально анализировать наиболее существенные стороны этого вида переноса теплоты в камере сгорания судовых дизелей. Целью настоящей статьи является представление и обсуждение результатов анализа взаимодействия различных потоков излучения, количественной оценки эффективных потоков и их влияние на параметры радиационного теплообмена в камере сгорания судового дизеля типа 6 ЧН 24/36. Представленные в статье аналитические выражения, отражающие взаимодействие различных потоков излучения, и оценка эффективных потоков, выполненная с привлечением современных опытных данных, позволяют вполне обоснованно упростить математическую модель локального радиационного теплообмена в камере сгорания судового дизеля. Это дает возможность повысить уровень их проектирования и значительно сократить сроки экспериментальной доводки новых образцов.

Ключевые слова: судовый дизель, локальный радиационный теплообмен, камера сгорания, эффективные потоки излучения

Для цитирования: Руднев Б.И., Повалихина О.В. Эффективные потоки излучения и их влияние на параметры радиационного теплообмена в камере сгорания судового дизеля // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 102–111.

MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

Original article

**Effective radiative fluxes and their influence on parameters radiative heat transfer
in marine diesel combustion chamber**

Boris I. Rudnev¹, Olga V. Povalikhina²

^{1, 2}Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

^{1, 2}povalichina@mail.ru

Abstract. For creation of modern and improvement the existing mathematical models of local radiative heat transfer in marine diesel combustion chamber, now zonal method mainly developed in thermo-physics is used. Thus, use zonal method with adaptation to marine diesel combustion chamber has a rank of essential features with comparison other power devices (gas turbines, steam boilers and etc.). Cycle process of combustion fuel, variable geometry of combustion chamber is concerned to them and as consequence to time variation angular coefficients and another radiation coefficients the temperature of flame and concentration soot particles. It heavily complicates the development of modern mathematical models of local radiative heat transfer and makes researchers to analysis detail existing sides the aspect of heat transfer in marine diesel combustion chamber. The purpose of this article is presentation and discussion of results analysis for cooperation different radiation fluxes and quantity evaluation of effective fluxes and their influence on parameters radiative heat transfer in marine diesel combustion chamber 6 ChN 24/36. Analytical formulas that reflects cooperation different radiative fluxes and evaluation effective fluxes made with modern experimental data represents to simplify the mathematical model of local radiative heat transfer in marine diesel combustion chamber are given. It gives possibility to elevate level of their design and reduce mainly the terms of experimental operational development of modern test specimens.

Keywords: marine diesel, local radiative heat transfer, combustion chamber, effective radiative fluxes

For citation: Rudnev B.I., Povalikhina O.V. Effective radiative fluxes and their influence on parameters radiative heat transfer in marine diesel combustion chamber. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022; 62(4):102–111. (in Russ).

Введение

В процессе создания современных математических моделей (ММ) локального радиационного теплообмена в камере сгорания (КС) судовых дизелей широко используется зональный метод [1–3], хорошо развитый в теплофизике. Однако использование зонального метода применительно к КС судового дизеля имеет ряд существенных особенностей по сравнению с другими энергетическими установками, например, газотурбинными, паровыми котлами и др. К ним относятся циклический процесс сгорания топлива, переменная геометрия камеры сгорания и, как следствие, изменяющиеся по углу поворота коленчатого вала (ПКВ) коэффициенты излучения, температура пламени и концентрация частиц сажи. Отмеченное значительно усложняет разработку новых ММ локального радиационного теплообмена и заставляет исследователей детально анализировать наиболее существенные стороны этого вида переноса теплоты в КС судовых дизелей. Целью настоящей статьи является представление и обсуждение результатов анализа взаимодействия различных потоков излучения, количествен-

ной оценки эффективных потоков и их влияние на параметры радиационного теплообмена в КС судового дизеля типа 6 ЧН 24/36.

Схема взаимодействия и аналитические связи различных потоков излучения в КС судового дизеля

В теории радиационного теплообмена [1–3] различают следующие потоки излучения:

$$\text{собственный} \quad E_{\text{соб}} = \varepsilon \sigma_0 T^4, \quad (1)$$

где ε , T – степень черноты и температура тела; σ_0 – постоянная Больцмана;

$$\text{поглощенный} \quad E_{\text{погл}} = A E_{\text{пад}}, \quad (2)$$

где A – поглощательная способность; $E_{\text{пад}}$ – падающий поток излучения;

$$\text{отраженный} \quad E_{\text{отр}} = R E_{\text{пад}}, \quad (3)$$

где R – коэффициент отражения.

Учитывая, что для непрозрачных тел коэффициент пропускания $D=0$, получим следующую связь между отраженной и поглощательной способностями:

$$R = 1 - A. \quad (4)$$

В связи с отмеченным отраженный поток излучения можно представить в виде

$$E_{\text{отр}} = (1 - A) E_{\text{пад}}, \quad (5)$$

$$\text{эффективный или исходящий} \quad E_{\text{эф}} = E_{\text{соб}} + E_{\text{отр}}, \quad (6)$$

$$\text{результрующий} \quad E_{\text{рез}} = E_{\text{пад}} - E_{\text{эф}}. \quad (7)$$

Следует заметить, что для условий КС судового дизеля падающий поток излучения $E_{\text{пад}}$ равен сумме потока излучения пламени и эффективного потока излучения соответствующих поверхностей (поверхности крышки цилиндров F_1 , втулки F_2 и поршня F_3). Схема взаимодействия различных потоков излучения в КС судового дизеля типа 6 ЧН 24/36 представлена на рис. 1.

Рассмотрим более подробно взаимодействие потоков излучения для точки M_2 , принадлежащей поверхности втулки цилиндров F_2 . В каждую точку поверхностей F_1 , F_2 и F_3 , образующих КС судового дизеля, от объемной зоны (пламени) $M_i(V)$ приходит собственный поток излучения $E_{\text{соб}v}(M_i)$, а также эффективный поток от F_1 (крышки цилиндров) $E_{\text{эф}1}(M_1)$ и от F_3 (поршня) $E_{\text{эф}3}(M_3)$, кроме того, в точку M_2 (на втулке цилиндра) приходит эффективный поток от точки M_2 $E_{\text{эф}2}(M_2)$, учитывающий факт самооблучения втулки цилиндра.

Таким образом, величину падающего потока излучения для точки M_2 можно представить в виде

$$E_{\text{пад}}(M_2) = E_{\text{соб}v}(M_i) + E_{\text{эф}1}(M_1) + E_{\text{эф}2}(M_2) - E_{\text{эф}2}(M_2) + E_{\text{эф}3}(M_3). \quad (8)$$

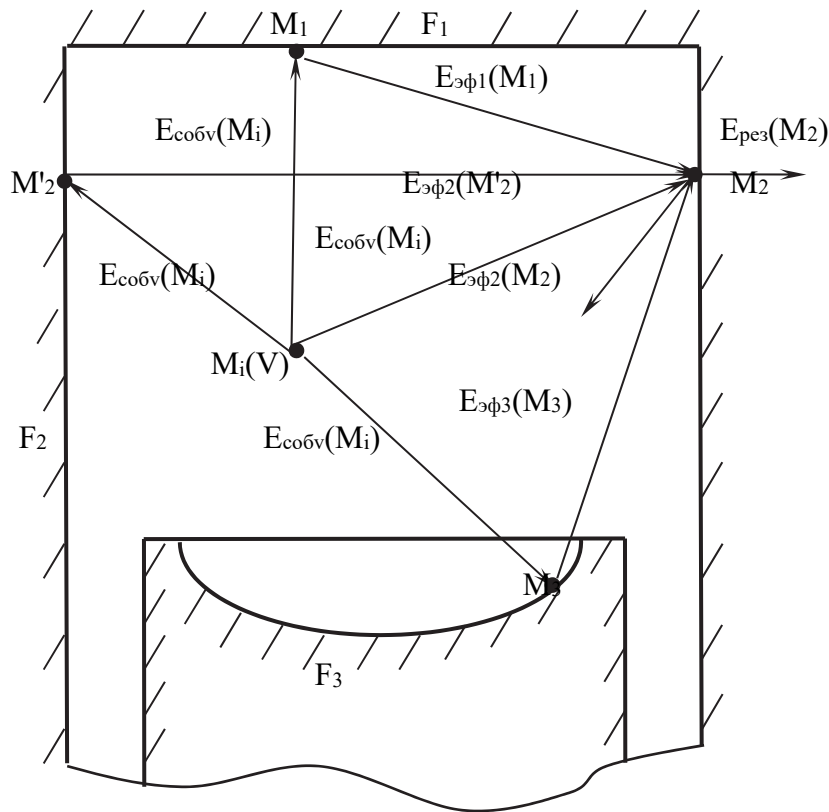


Рис. 1. Расположение термоприемников и термопар в крышке цилиндров дизеля
Fig.1. Scheme cooperation of radiative fluxes in marine diesel combustion chamber

В свою очередь эффективные потоки излучения, входящие в выражение (8) согласно (6) могут быть записаны следующим образом:

$$E_{\text{эф1}}(M_1) = E_{\text{сoб1}}(M_1) + E_{\text{отр1}}(M_1). \quad (9)$$

$$E_{\text{эф2}}(M_2) = E_{\text{сoб2}}(M_2) + E_{\text{отр2}}(M_2). \quad (10)$$

$$E_{\text{эф3}}(M_3) = E_{\text{сoб3}}(M_3) + E_{\text{отр3}}(M_3). \quad (11)$$

Отраженные потоки излучения в выражениях (9–11) с учетом (5) можно представить в виде

$$E_{\text{отр1}}(M_1) = (1 - A)E_{\text{пад}}. \quad (12)$$

Для поверхностей F_1 , F_2 и F_3 коэффициент поглощения A равен степени черноты соответствующей поверхности ε_1 , ε_2 и ε_3 , и выражение (12) переходит в (13):

$$E_{\text{отр1}}(M_1) = (1 - \varepsilon_1) E_{\text{пад}}. \quad (13)$$

Падающим потоком излучения для поверхностей F_1 , F_2 и F_3 являются собственный поток излучения пламени $E_{\text{сoбv}}(M_i)$. С учетом этого отраженный поток излучения для поверхности F_1 (крышки цилиндра) примет вид

$$E_{\text{отр1}}(M_1) = (1 - \varepsilon_1)E_{\text{собв}}(M_i). \quad (14)$$

Аналогично для поверхностей F_2 и F_3

$$E_{\text{отр2}}(M'_2) = (1 - \varepsilon_2)E_{\text{собв}}(M_i). \quad (15)$$

$$E_{\text{отр3}}(M_3) = (1 - \varepsilon_3)E_{\text{собв}}(M_i). \quad (16)$$

Подставляя в (8) выражения (9–11) и (14–16), окончательно для точки M_2 получим зависимость для падающего потока излучения

$$E_{\text{пад}}(M_2) = E_{\text{собв}}(M_i) + E_{\text{соб1}}(M_1) + (1 - \varepsilon_1)E_{\text{собв}}(M_i) + E_{\text{соб2}}(M'_2) + (1 - \varepsilon_2)E_{\text{собв}}(M_i) + E_{\text{соб3}}(M_3) + (1 - \varepsilon_3)E_{\text{собв}}(M_i) - E_{\text{соб2}}(M_2) - (1 - \varepsilon_3)E_{\text{собв}}(M_i). \quad (17)$$

Преобразуя (17) и учитывая, что эффективные потоки излучения для точек M_2 и M'_2 имеют противоположные знаки, имеем

$$E_{\text{пад}}(M_2) = E_{\text{собв}}(M_i) + E_{\text{соб1}}(M_1) + (1 - \varepsilon_1)E_{\text{собв}}(M_i) + E_{\text{соб3}}(M_3) + (1 - \varepsilon_3)E_{\text{собв}}(M_i). \quad (18)$$

Таким образом, на основании (18) можно заключить, что величина падающего потока излучения для точки M_2 формируется при взаимодействии собственного потока излучения пламени $E_{\text{собв}}(M_i)$ и собственных потоков излучения от поверхностей крышки цилиндра $E_{\text{эф1}}(M_1)$ и поршня $E_{\text{эф3}}(M_3)$. Члены вида $(1 - \varepsilon_1)E_{\text{собв}}(M_i)$ и $(1 - \varepsilon_3)E_{\text{собв}}(M_i)$, входящие в (18), выражают величины отраженных от поверхностей крышки цилиндра и поршня потоков излучения. В количественном отношении, как будет показано ниже, они составляют весьма малую долю от величины собственного потока излучения пламени $E_{\text{собв}}(M_i)$.

Количественная оценка эффективных потоков излучения и их влияние на параметры радиационного теплообмена в КС судового дизеля

В соответствии с выражением (6) эффективный поток излучения для каждой из поверхностей, образующих КС судового дизеля, представляет собой сумму их собственного и отраженного потоков излучения, например, для крышки цилиндра (см. рис. 1) $E_{\text{соб1}}(M_1)$ и $(1 - \varepsilon_1)E_{\text{собв}}(M_i)$ аналогично для поршня $E_{\text{соб3}}(M_3)$ и $(1 - \varepsilon_3)E_{\text{собв}}(M_i)$. Оценим величины отраженных от поверхностей крышки цилиндра и поршня потоков излучения. На основании экспериментальных данных [4] величины степени черноты для поверхностей деталей КС имеют следующие значения: для днища поршня из алюминиевого сплава, покрытого нагаром толщиной 0,1–0,2 мм, $\varepsilon=0,91–0,95$, а при толщине нагара 0,2–0,6 мм $\varepsilon=0,94–0,97$; для крышки цилиндра из чугуна, покрытой нагаром $\varepsilon=0,90–0,95$; для втулки цилиндра с тонким слоем масла $\varepsilon=0,3–0,4$. Почти аналогичные данные по степени черноты поверхностей деталей КС приводятся и для судовых дизелей, в частности, для крышки цилиндра $\varepsilon=0,94–0,96$; стальной головки поршня $\varepsilon=0,93–0,97$ [5]. Учитывая приведенные выше значения степени черноты деталей КС, следует отметить, что члены вида $(1 - \varepsilon_1)E_{\text{собв}}(M_i)$ и $(1 - \varepsilon_3)E_{\text{собв}}(M_i)$, входящие в выражение (18), важны в определенной мере лишь для поверхности втулки цилиндра. Для поверхностей крышки цилиндра и поршня их значения укладываются в погрешность определения температуры пламени в КС дизеля, которая составляет 12–15 % [6, 7]. Однако даже и для втулки цилиндра величина отраженного потока излучения не может быть значительной, так как в период активного процесса радиационного теплообмена в КС (от ВМТ до 80–90° ПКВ после

ВМТ) большая часть втулки цилиндра перекрыта поршнем. Особенно это относится к высоко- и среднеоборотным судовым дизелям с глубокими КС типа Гессельман, Дейц и др.

Определим теперь величины собственных потоков излучения крышки цилиндра $E_{\text{соб1}}(M_1)$ и поршня $E_{\text{соб3}}(M_3)$. На рис. 2–6 представлены температурные поля деталей, образующих КС, современных форсированных судовых дизелей [8, 9].

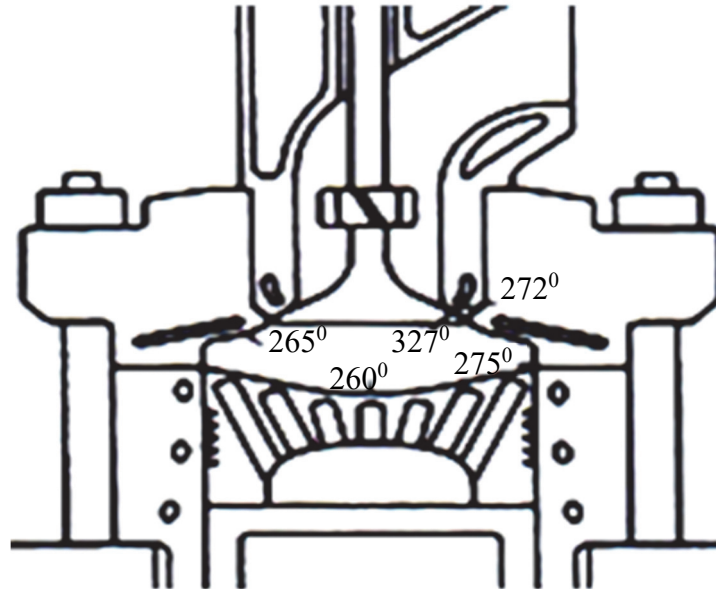


Рис. 2. Поле температур, °С, цилиндропоршневой группы дизеля RTA фирмы Sulzer
Fig. 2. Field of temperatures, °С, details of diesel combustion chamber RTA Sulzer

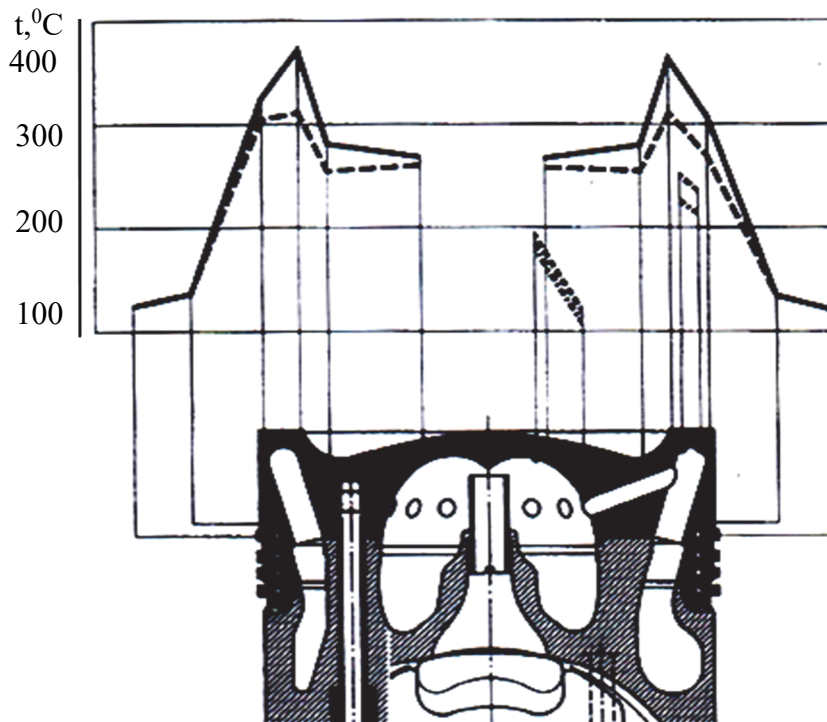


Рис. 3. Поле температур поршня дизеля L40/54
Fig. 3. Field of temperatures of diesel piston L40/54

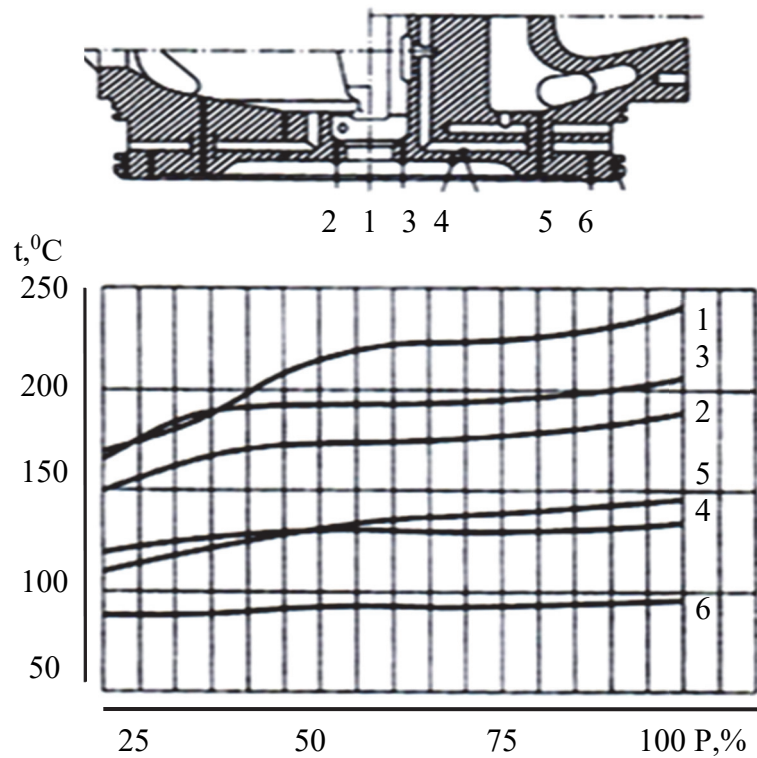


Рис. 4. Поле температур крышки цилиндра дизеля L40/54: $P_{me}=2,29 \text{ МПа}$, $n=514 \text{ мин}^{-1}$
 Fig. 4. Field of temperatures of cylinder cap of details L40/54: $P_{me}=2,29 \text{ МПа}$, $n=514 \text{ мин}^{-1}$

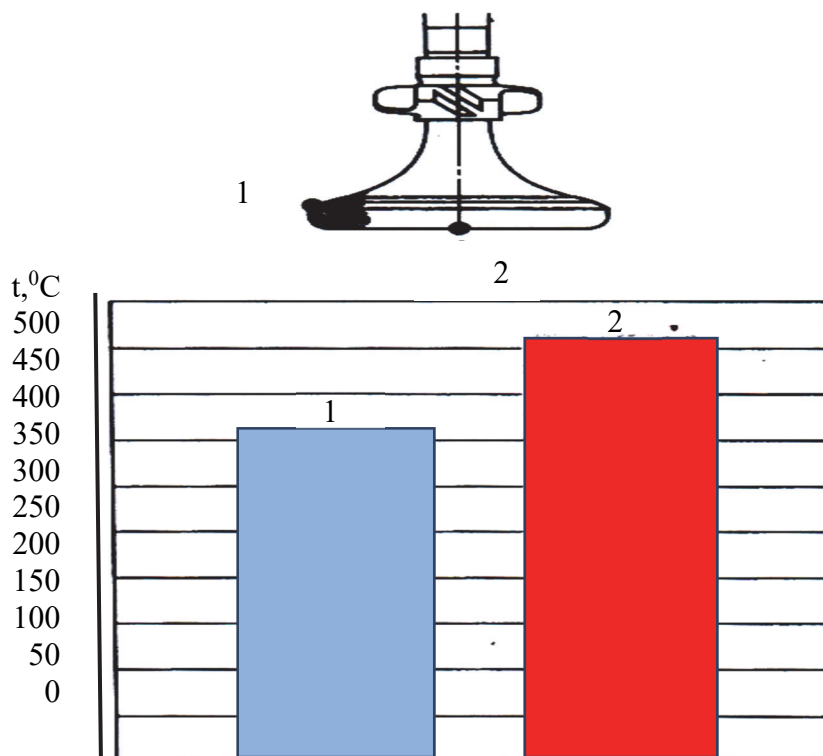


Рис. 5. Поле температур выпускного клапана дизеля L40/54
 Fig. 5. Field of temperatures of valve exhaust of diesel L40/54

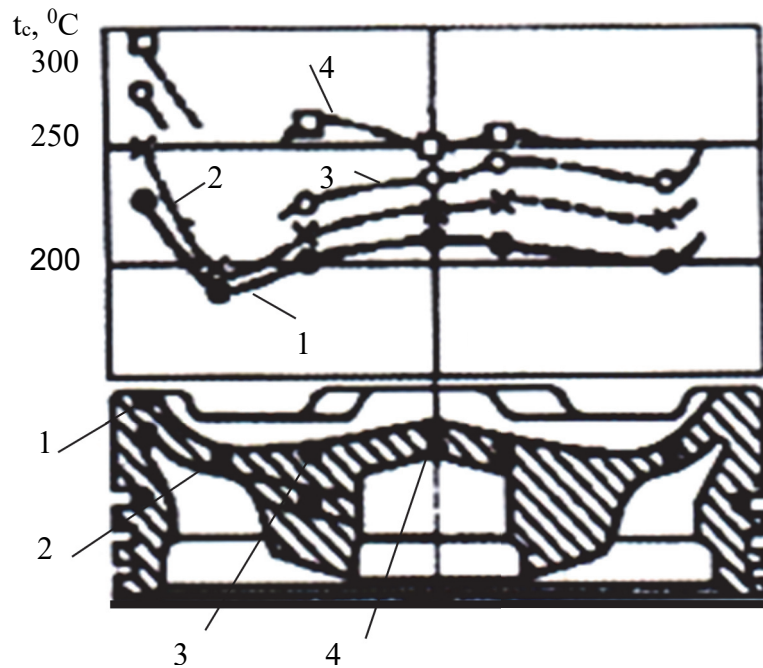


Рис. 6. Температуры поршня высокооборотного дизеля фирмы Richardo с повышенной форсировкой параметров рабочего процесса
Fig. 6. Temperatures of piston of high speed diesel Richardo with elevated of force parameters work of process

Анализ представленных на них данных показывает, что температуры крышки цилиндра современных форсированных дизелей на номинальном режиме работы лежат в пределах 240–270 °С, поршня – 235–380 °С и выпускного клапана – 360–460 °С. Интересно отметить, что даже для высокофорсированного дизеля фирмы Richardo со средним эффективным давлением, равным 3,9 МПа (39 бар), при соответствующем конструктивном исполнении максимальная температура поршня не превысила 360 °С. Определенные с учетом указанных выше температур собственные потоки излучения поверхности крышки цилиндра и поршня на два порядка меньше собственного потока излучения пламени (при температуре пламени в пределах 2100–2300 °С [10, 11]). Это позволяет при расчетах результирующих потоков излучения, воспринимаемых деталями КС, пренебречь эффективными потоками и считать, что выполняется равенство $E_{рез}(M_2) \approx E_{пад}(M_2)$. Поскольку $E_{пад}(M_2)$ согласно (18) равен $E_{собв}(M_i)$, окончательно получим

$$E_{рез}(M_2) \approx E_{собв}(M_i) \quad (19)$$

Выражение (19) дает возможность в математической модели локального радиационного теплообмена в КС судового дизеля сделать весьма существенное упрощение и перейти к решению только одного (вместо трех в ранее предложенных моделях [12]) интегрального уравнения, описывающего результирующие потоки излучения на поверхностях деталей КС.

Заключение

Представленные в статье аналитические выражения, отражающие взаимодействие различных потоков излучения, и выполненная на основе современных экспериментальных данных оценка эффективных потоков позволяют вполне обоснованно упростить ММ локального радиационного теплообмена в КС судового дизеля. Это дает возможность повысить уровень их проектирования и значительно сократить сроки экспериментальной доводки новых образцов

Список источников

1. Блох А.Г., Журавлев Ю.А., Рыжков Л.Н. Теплообмен излучением: справочник. М.: Энергоатомиздат, 1991. 432 с.
2. Зигель Р., Хауэлл Дж. Теплообмен излучением. М.: Мир, 1975. 934 с.
3. Modest M.F. Radiative heat transfer. New York: Academic Press, 2003. 822 p.
4. Волков А.Н. Экспериментальное определение степени черноты поверхностей, образующих полость цилиндра автомобильного двигателя // Технические науки. Алма-Ата. 1969. Вып. 8–9. С. 91–94.
5. Камкин С.В., Возницкий И.В., Большаков В.Ф. и др. Эксплуатация судовых дизельных энергетических установок. М.: Транспорт, 1996. 432 с.
6. Руднев Б.И. Процессы локального теплообмена в камере сгорания дизелей. Владивосток: Дальнаука, 2000. 221 с.
7. Руднев Б.И., Повалихина О.В. Расчетно-экспериментальное определение параметров излучения пламени в камере сгорания судового дизеля // Морские интеллектуальные технологии. 2020. Т. 1, № 4. С. 98–102.
8. Конкс Г.А., Лашко В.А. Мировое судовое дизелестроение. Концепции конструирования, анализ международного опыта. М.: Машиностроение, 2005. 512 с.
9. Конкс Г.А., Лашко В.А. Современные подходы к конструированию поршневых двигателей. М.: Моркнига, 2009. 388 с.
10. Руднев Б.И., Повалихина О.В. Оптические параметры частиц сажи и энергетические характеристики радиационного теплообмена в камере сгорания дизельного двигателя // Тепловые процессы в технике. 2013. Т. 5, № 10. С. 476–480.
11. Mohammad Sarny I., Borman G.L. Measurement of soot and flume temperature along three directions in the cylinder of a D.I. diesel // SAE Techn. Pap. Ser. 1991. № 910728. P. 1–15.
12. Петриченко Р.М., Батулин С.А., Исаков Ю.Н. и др. Элементы автоматизированного проектирования ДВС. Алгоритмы прикладных программ. Л.: Машиностроение, 1990. 328 с.

References

1. Bloch A.G., Zhuravlev Yu.A., Ryzhkov L.N. Heat exchange by radiation. Reference book. Moscow: Energoatomizdat, 1991. 432 p.
2. Siegel R., Howell J. Heat exchange by radiation. Moscow: Mir, 1975. 934 p.
3. Modest M.F. Radiative heat transfer. New York: Academic Press, 2003. 822 p.
4. Volkov A.N. Experimental determination of the degree of blackness of the surfaces forming the cylinder cavity of an automobile engine // Technical sciences. Alma-Ata. 1969. Issues 8-9. P. 91–94.
5. Kamkin S.V., Voznitsky I.V., Bolshakov V.F., etc. Operation of marine diesel power plants. M.: Transport, 1996. 432 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. Computational and experimental determination of flame emission parameters in the combustion chamber of a marine diesel engine // Marine intelligent technologies. 2020. Vol. 1, No. 4. P. 98 – 102.
8. Konks G.A., Lashko V.A. World marine diesel engineering. Design concepts, analysis of international experience. Moscow: Mashinostroenie, 2005. 512 p.
9. Konks G.A., Lashko V.A. Modern approaches to the design of piston engines. Moscow: Morkniga, 2009. 388 p.
10. Rudnev B.I., Povalikhina O.V. Optical parameters of soot particles and energy characteristics of radiation heat exchange in the combustion chamber of a diesel engine // Thermal processes in Engineering, 2013, Vol. 5, No. 10. P. 476–480.

11. Mohammad Sarny I., Borman G.L. Measurement of soot and flume temperature along three directions in the cylinder of a D.I. diesel // SAE Techn. Pap. Ser. 1991. № 910728. P. 1–15.

12. Petrichenko R.M., Baturin S.A., Isakov Yu.N. et al. Elements of automated design of internal combustion engines. Algorithms of applied programs. L.: Mechanical Engineering, 1990. 328 p.

Информация об авторах

Б.И. Руднев – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры холодильной техники, кондиционирования и теплотехники, заслуженный работник рыбного хозяйства России, W-3274-2017, 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 of the Department of Refrigeration, Air Condition and Heat Engineering, Honored Worker of Fisheries of Russia, W-3274-2017, SPIN-code: 2797-1790, AuthorID: 423385;

O.V. Povalichina – Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Refrigeration, Air Condition and Heat Engineering, SPIN-code: 9956-1129, AuthorID: 875839.

Статья поступила в редакцию 08.12.2022, одобрена после рецензирования 09.12.2022, принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 08.12.2022, approved after reviewing 09.12.2022, accepted for publication 12.12.2022.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

Научная статья

УДК 621.431.74.016

**Аппаратурное обеспечение измерительного комплекса
для исследования параметров рабочего процесса и радиационно-конвективного
теплообмена в камере сгорания судового дизеля**

Борис Иванович Руднев¹, Ольга Владимировна Повалихина²

^{1,2}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

^{1,2}povalichina@mail.ru

Аннотация. Сокращение сроков доводки новых моделей судовых дизелей по-прежнему остается актуальной проблемой. Это обусловлено значительным отличием расчетных и экспериментальных данных, полученных на испытательных стендах. В частности, по локальным тепловым потокам на поверхностях деталей, образующих камеру сгорания, указанное отличие составляет 25–50 % и более. Целью данной статьи является представление наиболее важных элементов (поверхностных железоникелевых термоприёмников и датчика радиационного теплового потока) измерительного комплекса для исследования параметров рабочего процесса и радиационно-конвективного теплообмена в камере сгорания судового дизеля типа 8ЧН 13/14, позволяющих получить достоверные опытные данные. Они могут служить надежной базой для верификации математических моделей, применяемых на стадии проектирования судовых дизелей.

Ключевые слова: судовый дизель, камера сгорания, радиационно-конвективный теплообмен, поверхностный термоприёмник, датчик радиационного теплового потока

Для цитирования: Руднев Б.И., Повалихина О.В. Аппаратурное обеспечение измерительного комплекса для исследования параметров рабочего процесса и радиационно-конвективного теплообмена в камере сгорания судового дизеля // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 112–117.

MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

Original article

**Apparatus securing measured of complex for the investigation of parameters
of operation process and radiative convection heat transfer in the combustion chamber
of marine diesel engine**

Boris I. Rudnev¹, Olga V. Povalikhina²

^{1,2}Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

^{1,2}povalichina@mail.ru

Abstract. Reduction of terms of drive new models of marine diesel engines is actual problem as before. This terms in based on difference of calculation and experimental data reseeded in experimental stands. As for local heat fluxes on surfaces of details combustion chamber which is 25–50 per cent. The purpose of this paper is presentation of impotent elements (shallow Fe Ni thermoreceiver and apparatus of radiative heat transfer) measured complex for the investigation of parameters of operation process and radiative convection heat transfer in combustion chamber of a marine diesel engine 8 ChN 13/14 and given reliable experimental data. They is base for verification of mathematical models used by dining designing of marine diesel engine.

Keywords: marine diesel, combustion chamber, radiative convection heat transfer, shallow thermoreceiver, apparatus of radiative heat flux

For citation: Rudnev B.I., Povalikhina O.V. Apparatus securing measured of complex for the investigation of parameters of operation process and radiative convection heat transfer in the combustion chamber of marine diesel engine. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022; 62(4):112–117. (in Russ).

Введение

Используемые в настоящее время при проектировании судовых дизелей математические модели (ММ) не позволяют с достаточной точностью задавать граничные условия по теплообмену для деталей, образующих камеру сгорания (КС). Это приводит к существенному увеличению сроков доводки новых моделей судовых дизелей. В связи с отмеченным применение и совершенствование измерительных комплексов, реализующих современные методики и дающие возможность получать достоверные экспериментальные данные, является актуальной проблемой. Цель данной статьи состоит в представлении наиболее важных элементов (поверхностных железоникелевых термоприёмников и датчика радиационного теплового потока) измерительного комплекса для исследования параметров рабочего процесса и радиационно-конвективного теплообмена в КС судового дизеля типа 8ЧН 13/14. Указанные выше экспериментальные данные по локальным параметрам радиационно-конвективного теплообмена могут служить надежной базой для верификации ММ, применяемых на стадии проектирования судовых дизелей.

Методика экспериментального определения локальных тепловых потоков в КС судовых дизелей

В основу проведения опытов была положена методика, основанная на измерении колебаний температуры в поверхностном слое деталей КС железоникелевыми термоприёмниками специальной конструкции [1]. Расположение термоприёмников и термопар в крышке цилиндров дизеля показано на рис. 1.

Для измерения параметров рабочего процесса и локального радиационно-конвективного теплообмена использовался специальный контрольно-измерительный комплекс, ранее представленный авторами в [2].

Значение плотности суммарного теплового потока определялось на базе известного решения дифференциального уравнения теплопроводности для твердого тела без внутренних источников теплоты с граничными условиями первого рода [1]:

$$\frac{DT}{dt} = a\nabla^2 T, \quad (1)$$

где $\frac{DT}{dt}$ – полная производная от температуры T по времени t ; $\nabla^2 T$ – оператор Лапласа по температуре; a – коэффициент теплопроводности.

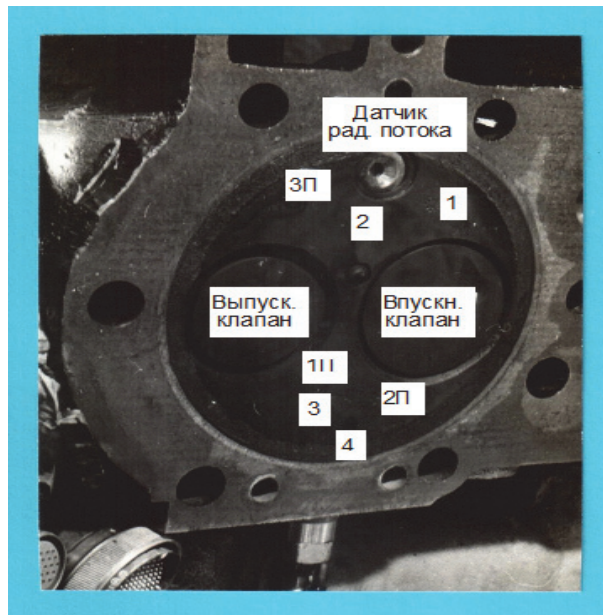


Рис. 1. Расположение термоприемников и термопар в крышке цилиндров дизеля 8ЧН 13/14
 Fig. 1. Emplacement of thermoreceivers and thermocouples in cap of cylinders of diesel 8ChN 13/14

Для тонкого слоя стенки (толщина горячего спая использованных в настоящем исследовании железоникелевых термоприемников составляла 20–25 мкм) с достаточной степенью точности можно считать тепловой поток одномерным [2, 3]. В этом случае уравнение (1) можно записать в виде

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}. \quad (2)$$

Полагая в (2) $a = \text{const}$, можно получить его решение. Наиболее просто интегрирование (2) осуществляется при граничных условиях первого рода $T = T(x, t)$. Решение при указанных граничных условиях известно [4–6] и выглядит следующим образом:

$$T = T_w - \frac{q_w}{\lambda} x + \sum_{k=1}^{\infty} \exp\left(-x \sqrt{\frac{k\omega}{2a}}\right) \times A_k \cos\left(k\omega t - x \sqrt{\frac{k\omega}{2a}}\right) + B_k \sin\left(k\omega t - x \sqrt{\frac{k\omega}{2a}}\right), \quad (3)$$

где T_w – стационарная температура стенки; q_w – стационарный тепловой поток; λ – коэффициент теплопроводности; A_k, B_k – гармонические коэффициенты функции $T = T(x, t)$; k – порядок гармоники; ω – циклическая частота колебаний; x – расстояние от тепловоспринимающей поверхности.

Продифференцировав (3) по x , умножив на λ и принимая $x = 0$ (условие на поверхности стенки), получим уравнение (4), характеризующее теплообмен между рабочим телом и стенками КС:

$$q = q_w + \lambda \sum_{k=1}^{\infty} \sqrt{\frac{k\omega}{2a}} \times [(A_k + B_k) \cos k\omega t + (B_k - A_k) \sin k\omega t]. \quad (4)$$

Значения коэффициентов Фурье A_k и B_k в (4) определялось с помощью экспериментальной кривой колебаний температуры, записанной железоникелевым термоприемником [1]. При этом указанная кривая аппроксимируется рядом Фурье

$$T = T_w + \sum_{k=1}^m (A_k \cos k\omega t + B_k \sin k\omega t). \quad (5)$$

Вычисление коэффициентов A_k и B_k в (5) и расчет плотности теплового потока по зависимости (4) осуществляются по специальной программе на ЭВМ [1].

Параметры теплообмена измерялись на пяти режимах нагрузочной характеристики ($n=1700 \text{ мин}^{-1}$, $P_{\text{mec}} = 0,12 : 0,36 : 0,49 : 0,61 \text{ МПа}$).

Основные элементы аппаратного обеспечения измерительного комплекса для исследования параметров рабочего процесса и теплообмена в КС судового дизеля

Главным аппаратным элементом в измерительном комплексе [2], обеспечивающим реализацию представленной выше методики являются железоникелевые термоприёмники с толщиной горячего спая 20–25 мкм и диаметром внешнего корпуса, равным 7 мм. Их общий вид и деталировка показаны на рис. 2 и 3.

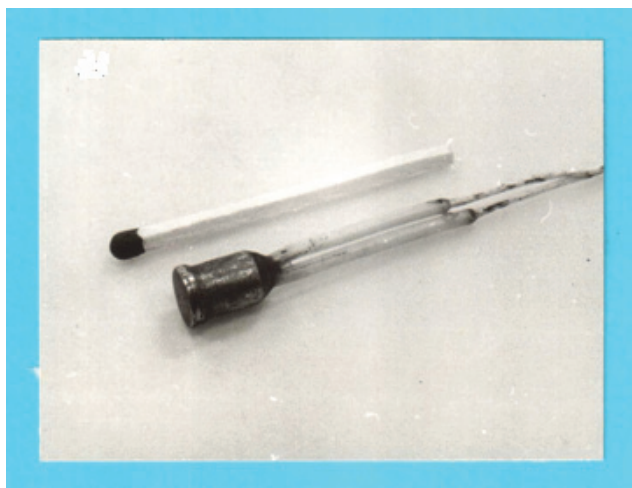


Рис. 2. Общий вид поверхностного железоникелевого термоприёмника
Fig. 2. Common outlook of shallow Fe Ni thermoreceiver

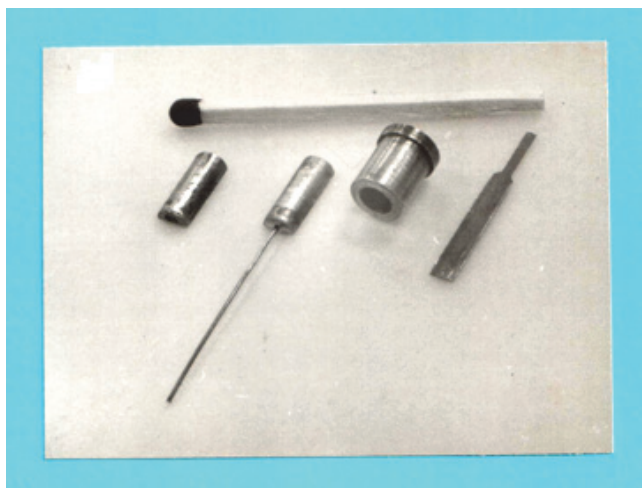


Рис. 3. Детали поверхностного железоникелевого термоприёмника
Fig. 3. Details of shallow Fe Ni thermoreceiver

Для определения локального радиационного теплового потока использовался специальный датчик, общий вид которого и его деталировка представлены на рис. 4 и 5.

Показанный на рис. 4 и 5 датчик радиационного теплового потока имеет диаметр 20 мм и устанавливается в крышке цилиндра в специальном канале, проходящем от ее огневой поверхности до кожуха газораспределительного механизма. В нем используется железоникелевый термоприёмник и окошко из лейкосапфира диаметром 9 мм и толщиной 2 мм для выделения радиационной составляющей из суммарного теплового потока.

Общий вид крышки цилиндра дизеля 8ЧН 13/14 со снятым кожухом газораспределительного механизма представлен на рис. 6.

Следует отметить, что представленные в настоящей статье поверхностный железоникелевый термоприёмник и датчик радиационного теплового потока обладают высокими метрологическими характеристиками, подтвержденными длительными (более 200 часов) испытаниями дизеля 8 ЧН 13/14 на экспериментальном стенде [1, 2].



Рис. 4. Общий вид датчика радиационного теплового потока
Fig. 4. Common outlook of apparatus radiative heat flux

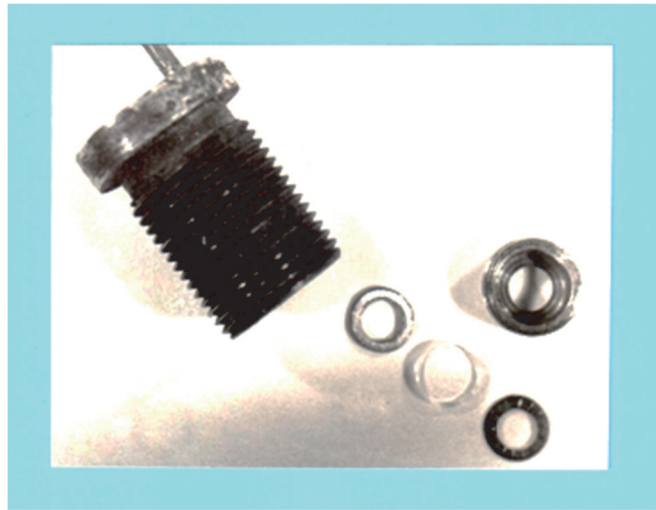


Рис. 5. Детали датчика радиационного теплового потока
Fig. 5. Details of apparatus radiative heat flux

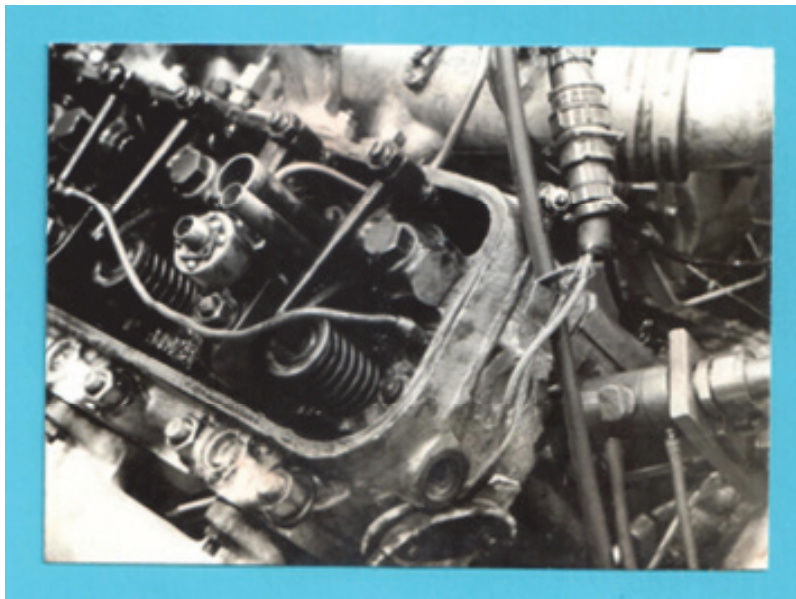


Рис. 6. Общий вид крышки цилиндра дизеля 8ЧН 13/14 с установленным каналом для датчика радиационного теплового потока
Fig. 6. Common outlook of cap cylinder diesel 8ChN 13/14 with canal for apparatus of radiative heat flux

Заклучение

Представленные в статье элементы измерительного комплекса: поверхностный железоникелевый термоприёмник и датчик радиационного теплового потока обладают высоким метрологическими характеристиками и дают возможность повысить качество проведения экспериментальных исследований и глубину раскрытия теплофизических процессов, протекающих в КС современных форсированных судовых дизелей.

Это будет способствовать уменьшению сроков доводки новых моделей судовых дизелей и созданию надежной базы данных для верификации ММ по локальному теплообмену в этом типе энергетических установок.

Список источников

1. Руднев Б.И. Процессы локального теплообмена в камере сгорания дизелей. Владивосток: Дальнаука, 2000. 221 с.
2. 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.
3. Овсянников М.К., Давыдов Г.А. Тепловая напряженность судовых дизелей. Л.: Судостроение, 1975. 256 с.
4. Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Математические модели механики и электродинамики сплошной среды. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 512 с.
5. Бузник В.М. Теплопередача в судовых энергетических установках. Л.: Судостроение, 1967. 376 с.
6. Кавтарадзе Р.З. Локальный теплообмен в поршневых двигателях. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 472 с.

References

1. Rudnev B.I. Processes of local heat exchange in the combustion chamber of diesel engines. Vladivostok: Dalnauka, 2000. 221 p.
2. 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.
3. Ovsyannikov M.K., Davydov G.A. Thermal tension of marine diesel engines. L.: Shipbuilding, 1975. 256 c.
4. Zarubin V.S., Kuvyrkin G.N. Mathematical models of mechanics and electrodynamics of a continuous medium. M.: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2008. 512 p
5. Buznik V.M. Heat transfer in ship power plants. L.: Shipbuilding, 1967. 376 p.
6. Kavtaradze R.Z. Local heat transfer in piston engines. M.: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2007. 472 p.

Информация об авторах

Б.И. Руднев – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры холодильной техники, кондиционирования и теплотехники, заслуженный работник рыбного хозяйства России, W-3274-2017, 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 Condition and Heat Engineering, Honored Worker of Fisheries of Russia, W-3274-2017, SPIN-code: 2797-1790, AuthorID: 423385;

O.V. Povalikhina – Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Refrigeration, Air Condition and Heat Engineering, SPIN-code: 9956-1129, AuthorID: 875839.

Статья поступила в редакцию 13.12.2022, одобрена после рецензирования 14.12.2022, принята к публикации 15.12.2022.

The article was submitted 13.12.2022, approved after reviewing 14.12.2022, accepted for publication 15.12.2022.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

Научная статья

УДК 656.085

Тенденции аварийности морских судов

Екатерина Евгеньевна Соловьёва¹, Виталий Витальевич Ганнесен²

^{1,2} Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹gannesen.vv@dgtru.ru

²pillers@mail.ru

Аннотация. Исследованы тенденции аварийности морских судов. Для структурного исследования современных тенденций аварийности были взяты статистические данные за период 2008–2022 гг., опубликованные Japan Transport Safety Board. На основе обработанных данных были выделены наиболее массовые виды аварий, а также типы судов, наиболее часто попадающие в аварии. Кроме того, сделаны выводы о численных тенденциях различных типов аварий.

Ключевые слова: авария, аварийный случай, безопасность мореплавания, статистический анализ

Для цитирования: Соловьёва Е.Е., Ганнесен В.В. Тенденции аварийности морских судов // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4. С. 118–125.

MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

Original article

Trends in the accident rate of marine vessels

Ekaterina E. Soloveva¹, Vitalii V. Gannesen²

^{1,2} Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹gannesen.vv@dgtru.ru

²pillers@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the study of trends in the accident rate of marine vessels. For a structural study of current accident trends, statistical data for the period 2008–2022, published by the Japan Transport Safety Board, were taken. On the basis of the processed data, the most massive types of accidents were identified, as well as the types of vessels most frequently involved in accidents. In addition, conclusions are drawn about the numerical trends of various types of accidents.

Keywords: accident, emergency, safety of navigation, statistical analysis

For citation: Soloveva E.E., Gannesen V.V. Trends in the accident rate of marine vessels. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022; 62(4):118–125. (in Russ.).

Введение

Международная судоходная отрасль отвечает за перевозку около 90 % мировой торговли, поэтому безопасность судов имеет решающее значение. Аварии морских судов являются общемировой проблемой, поскольку несут в себе риски гибели людей, угрозу экологии и экономические потери. Над этой проблемой работает всё мировое морское сообщество, объединенное Международной морской организацией, непрерывно разрабатывающей всё новые меры как технического, так и организационного характера, где главной целью ставится снижение аварийности. Однако глобальная цель – снижение аварийности – не может быть достигнута, если не ставить конкретные задачи, связанные с конкретными типами аварий. Целью данной работы было исследование структуры и тенденций аварийности морских судов.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования данной работы являются структура и тенденции аварийности морских судов.

Предметом исследования являются статистические данные аварийности за период 2008–2022 гг., опубликованные Japan Transport Safety Board (JTSB – Совет по безопасности на транспорте Японии) [1].

Методом исследования, применимым в работе, является статистический анализ информации.

Результаты и их обсуждение

Авария на море означает аварийный случай, при котором возникает серьёзная угроза жизни или здоровью людей, а также судну, окружающей среде или береговой инфраструктуре [2]. Для структурного исследования современных тенденций аварийности морских судов в данной работе были взяты статистические данные, опубликованные JTSB – организацией, одной из задач которой является регистрация и расследование аварий в водах Японии и других районах, если это затрагивает интересы Японии. Для расследования морских происшествий и инцидентов JTSB имеет 8 региональных отделений. Региональные отделения отвечают за расследования в соответствующих областях, показанных на карте (рис. 1). Токийский офис (штаб-квартира) занимается серьёзными морскими авариями.

Статистика зарегистрированных JTSB аварий (табл. 1) позволяет сделать определенные выводы о структуре и тенденциях аварийности в указанном регионе.

Анализ опубликованных данных показывает, что общее число аварий морских судов имеет слабую тенденцию к снижению (рис. 2).

Распределение аварий по типам показывает, что основную количественную долю составляют такие группы, как «столкновение», «посадка на мель», «гибель/травма людей» и «навал» (рис. 3).

Анализируя тенденцию аварийности, можно отметить, что количество наиболее массовых видов аварий последние годы медленно снижается, в то время как более редкие виды аварий держат стабильный количественный уровень (рис. 4).

Особую озабоченность вызывает факт стабильности (и даже некоторый рост) тенденции такого вида аварий, как переворачивание (рис. 5). Дело в том, что переворачивание происходит, как правило, слишком стремительно, что практически не оставляет шансов на спасение людям, находящимся внутри судна.

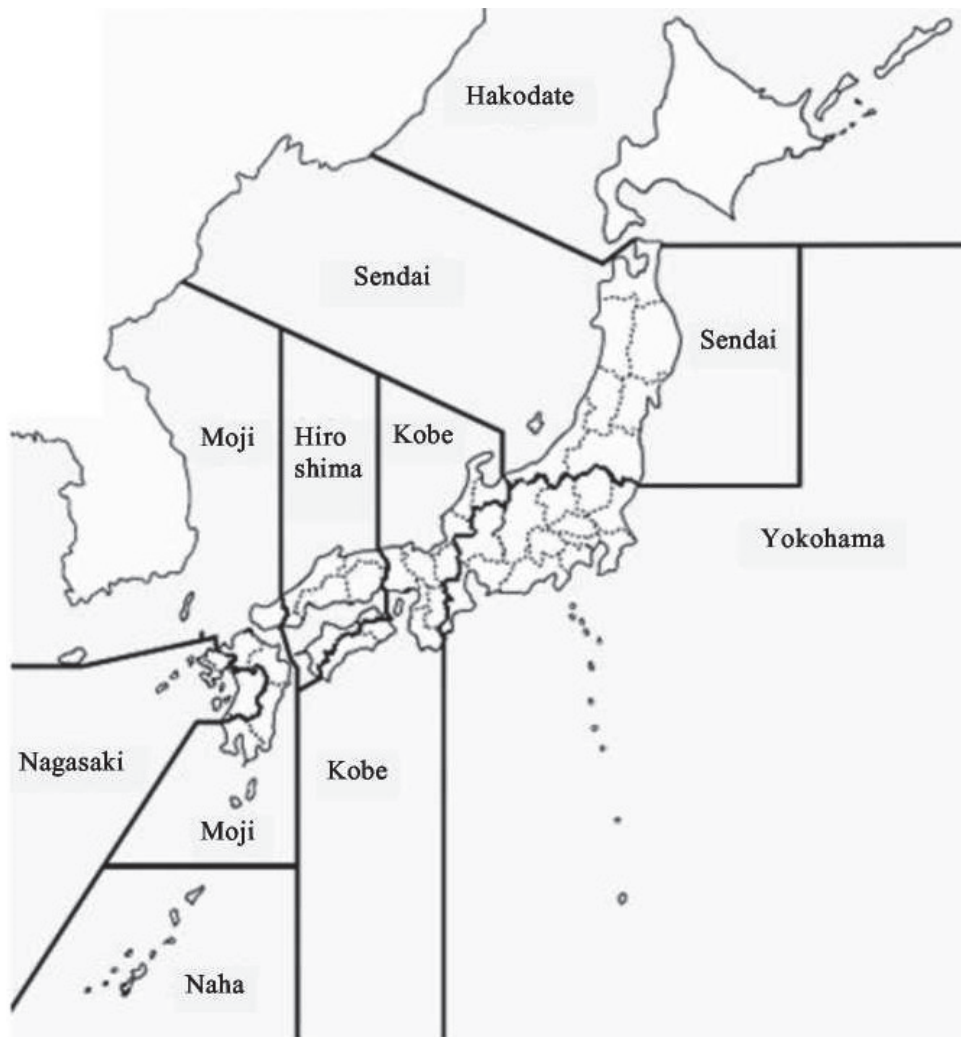


Рис. 1. Зоны ответственности JTSCB при расследовании морских аварий
Fig. 1. Areas of responsibility of the JTSCB in the investigation of marine accidents

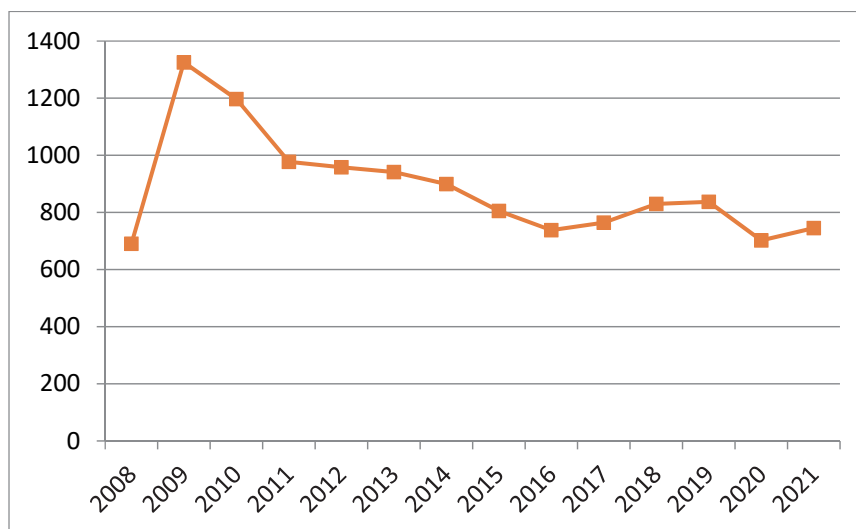


Рис. 2. Тенденция общей аварийности
Fig. 2. Total accident rate trend

Таблица 1
Количество морских происшествий по состоянию на 31 августа 2022 г. по годам
Table 1
The number of maritime accidents as of August 31, 2022 by year

Год	Столкновение	Навал	Посадка на мель	Утопление	Затопление ча- стичное	Переворачива- ние	Пожар	Взрыв	Пропажа без вести	Повреждение объ- ектов	Гибель/травма лю- дей	Прочие	Всего
2008	181	101	255	12	4	28	15	3	0	30	61	0	690
2009	325	174	431	16	19	58	42	3	0	38	217	2	1325
2010	356	180	369	15	18	50	35	2	0	26	146	0	1197
2011	282	145	264	12	18	56	32	1	0	23	142	1	977
2012	246	132	264	5	21	55	44	2	0	34	155	0	958
2013	264	145	210	10	25	49	33	2	0	38	163	2	941
2014	265	116	213	7	11	61	35	1	0	37	150	3	899
2015	244	102	202	5	12	56	38	3	0	20	122	1	805
2016	217	94	163	5	19	46	26	3	0	21	144	0	738
2017	200	96	181	14	22	55	27	3	0	23	143	0	764
2018	243	86	172	21	26	52	24	2	0	24	180	0	830
2019	218	98	200	11	25	66	31	1	0	40	145	2	837
2020	188	95	155	13	15	51	29	2	0	21	133	0	702
2021	199	80	173	3	36	70	26	3	1	35	118	1	745
2022	115	56	96	5	9	34	24	1	1	6	94	1	442
Всего	3543	1701	3350	154	280	787	461	32	2	416	2113	13	12853
Доля, %	27,6	13,2	26,1	1,2	2,2	6,1	3,6	0,2	0,0	3,2	16,4	0,1	100,0

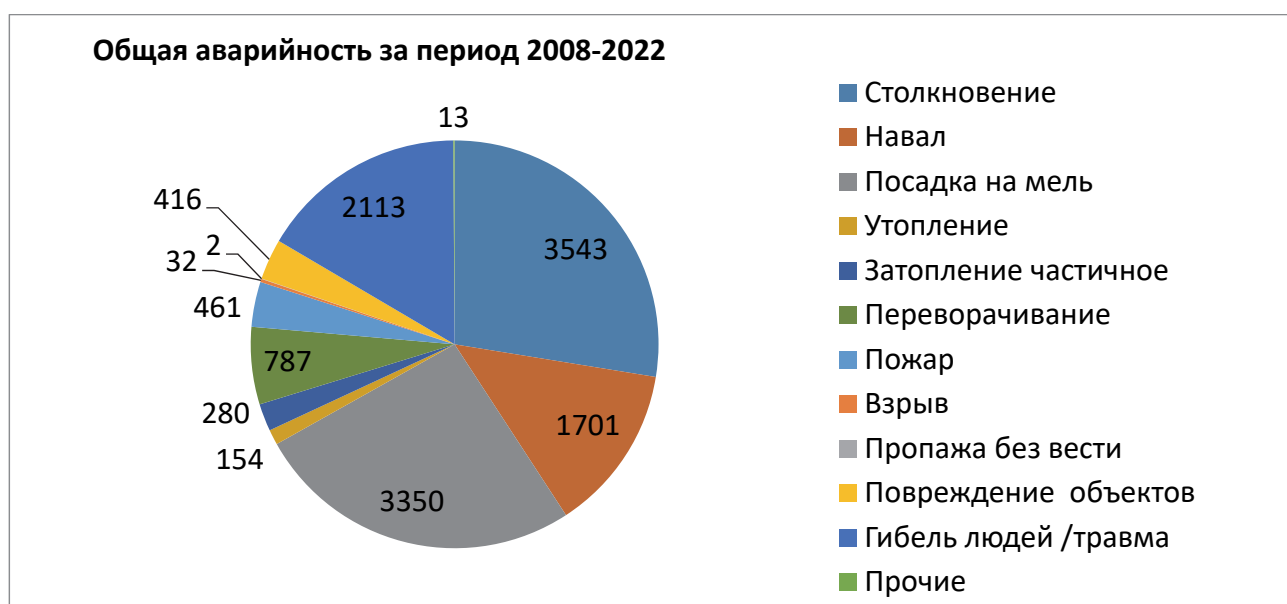


Рис. 3. Структура аварийности по видам аварий
Fig. 3. The structure of accidents by type of accidents

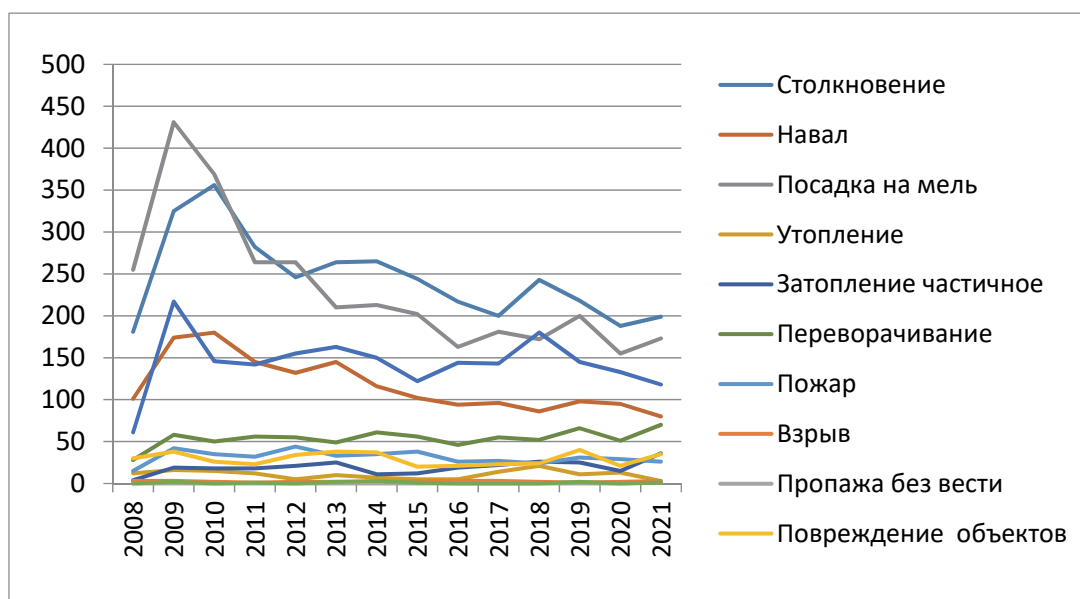


Рис. 4. Тенденция аварийности по видам аварий
Fig. 4. Accident rate trend by type of accidents

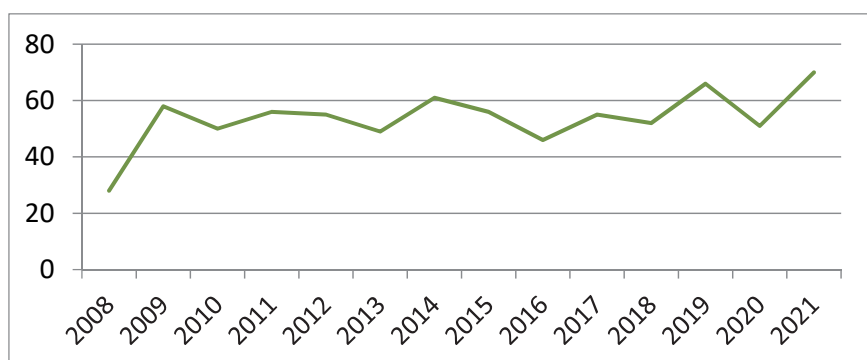


Рис. 5. Тенденция переворачивания судов
Fig. 5. The tendency of ships capsize

Если структурировать аварийность по типам вовлеченных судов, то с существенным отрывом лидируют рыболовные суда (табл. 2, рис. 6). В целом более 68 % всех аварий приходится на 3 основные группы судов: рыболовные, прогулочные и грузовые.

Причины высокой аварийности рыболовных судов в значительной степени связаны с предельно малой численностью экипажей, что при работе на промысле приводит к отсутствию контроля навигационной безопасности [3].

Анализируя тенденцию аварийности по типам судов, можно отметить, что количество аварий, связанных с рыболовными и грузовыми судами, последние годы медленно снижается, в то время как количество аварий, связанных с прогулочными судами, растет (рис. 7).

Закключение

Анализ статистических данных показывает, что общая аварийность морских судов имеет слабую тенденцию к снижению, обусловленную главным образом за счет снижения аварийности грузовых и рыболовных судов. При этом обращает на себя внимание рост аварийности прогулочных судов. Кроме того, следует обратить особое внимание на стабильность тенденции такого вида аварий, как переворачивание, ввиду тяжелых последствий как для судна, так и для экипажа.

Таблица 2

Типы судов, попавших в морские аварии

Table 2

Types of ships involved in marine accidents

Год	Пассажирские	Грузовые	Танкеры	Рыболовные	Буксиры	Суда для любительской рыбалки	Суда для перевозки рыбы	Рабочие суда	Баржи, лихтеры	Суда обслуживания	Прогулочные катера	Личные плавсредства	Прочие	Всего
2008	40	253	42	251	77	25	4	24	54	11	120	31	6	938
2009	79	437	72	535	146	35	4	34	96	35	228	63	23	1787
2010	80	382	98	500	116	52	6	44	76	22	225	64	16	1681
2011	49	268	91	451	83	36	6	26	48	16	217	43	20	1354
2012	61	272	58	413	84	30	8	36	57	13	221	48	8	1309
2013	47	206	64	427	94	39	4	35	69	20	243	62	17	1327
2014	49	214	63	389	84	39	5	34	55	16	224	67	13	1252
2015	47	176	59	356	49	32	7	27	43	11	246	47	9	1109
2016	53	139	45	342	46	35	7	22	33	11	213	66	5	1017
2017	46	139	53	336	55	37	3	27	40	11	235	41	5	1028
2018	65	184	52	358	48	45	7	19	33	13	232	57	16	1129
2019	55	173	49	367	48	39	5	29	31	10	285	42	12	1145
2020	40	159	43	277	32	46	2	13	21	10	246	51	11	951
2021	37	136	44	295	36	47	4	27	23	12	271	55	14	1001
2022	26	79	15	172	23	25	2	14	16	13	166	38	7	596
Всего	776	3218	848	5469	1021	562	74	411	695	224	3372	775	182	17627
Доля, %	4,4	18,3	4,8	31,0	5,8	3,2	0,4	2,3	3,9	1,3	19,1	4,4	1,0	100,0

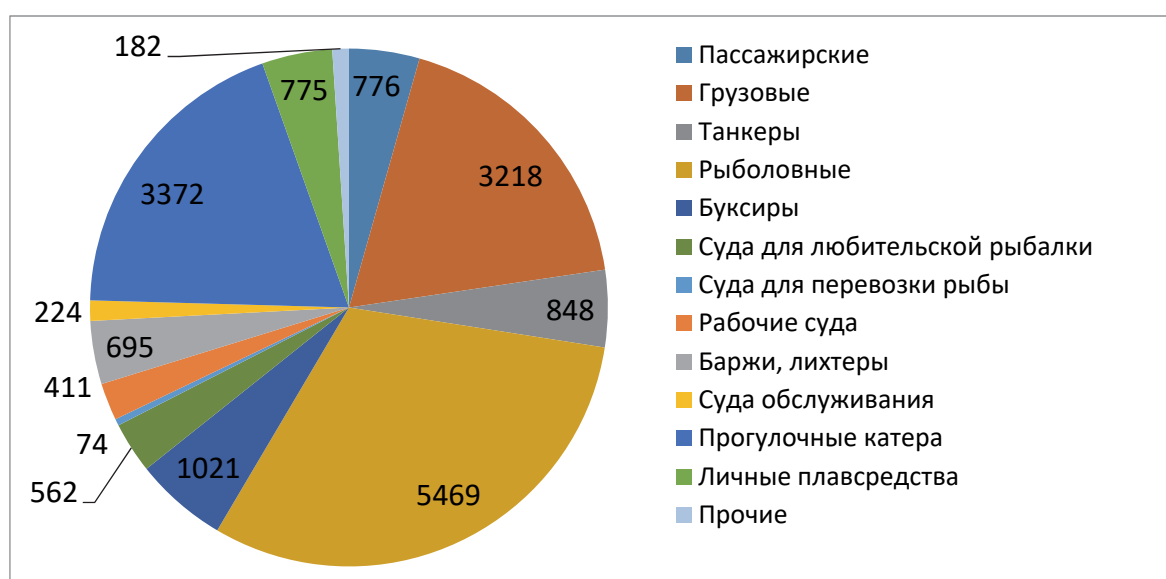


Рис. 6. Структура аварийности по типам вовлеченных судов
Fig. 6. Accident rate structure by types of vessels involved

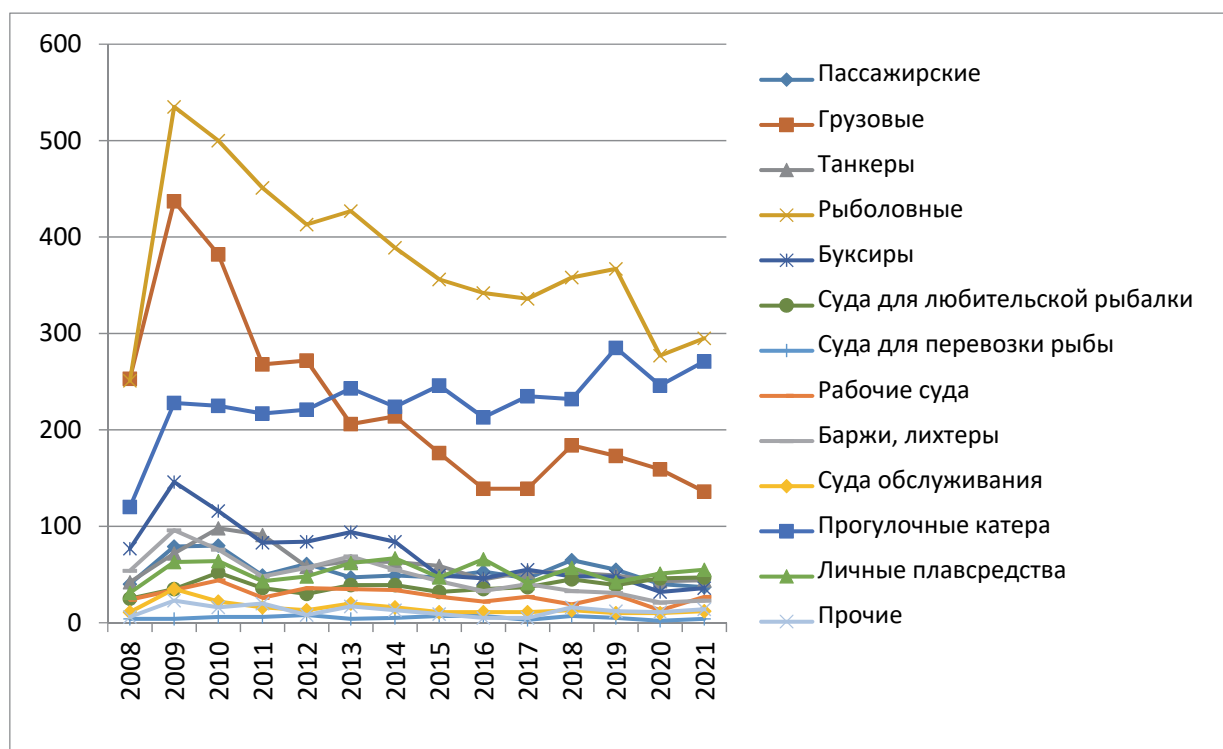


Рис. 7. Тенденция аварийности по типам вовлеченных судов
 Fig. 7. Accident rate trend by types of vessels involved

Список источников

1. Statistics of Marine Accident. Japan Transport Safety Board. URL: https://www.mlit.go.jp/jtsb/statistics_mar.html.
2. Кодекс международных стандартов и рекомендуемой практики расследования аварии или инцидента на море (Кодекс расследования аварий). URL: <https://docs.cntd.ru/document/499028826>
3. Ганнесен В.В., Соловьёва Е.Е. Обеспечение безопасности мореплавания в зонах прибрежного рыболовства у побережья Японии // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. [Электронный ресурс]. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2022. С. 252–256.

References

1. Statistics of Marine Accident. Japan Transport Safety Board. URL: https://www.mlit.go.jp/jtsb/statistics_mar.html
2. Kodeks mezhdunarodnykh standartov i rekomenduyemoy praktiki rassledovaniya avarii ili intsidenta na more (kodeks rassledovaniya avariy). (Code of The International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident (Casualty Investigation Code): Resolution MSC.255(84)). URL: <https://docs.cntd.ru/document/499028826>.
3. Gannesen V.V., Solov'yova Ye.Ye. Obespecheniye bezopasnosti moreplavaniya v zonakh pribrezhnogo rybolovstva u poberezh'ya Yaponii. Aktual'nyye problemy osvoyeniya biologicheskikh resursov Mirovogo okeana: materialy VII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. [Elektronnyy resurs]. Vladivostok: Dal'rybvтуz, 2022. S. 252–256.

Информация об авторах

Е.Е. Соловьёва – старший преподаватель кафедры судовождения, SPIN-код: 2621-0656, AuthorID: 1108787;

В.В. Ганнесен – доцент, доцент кафедры судовождения, SPIN-код: 8351-9640, AuthorID: 812731.

Information about the authors

E.E. Soloveva – Senior Lecturer of the Department of Navigation, SPIN-code: 2621-0656, AuthorID: 1108787;

V.V. Gannesen – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Navigation, SPIN-code: 8351-9640, AuthorID: 812731.

Статья поступила в редакцию 16.11.2022, одобрена после рецензирования 20.11.2022, принята к публикации 01.12.2022.

The article was submitted 16.11.2022, approved after reviewing 20.11.2022, accepted for publication 01.12.2022.

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 обозначений¹⁾. 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 Иванов¹, Иван Иванович Петров²

¹ Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

² Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Владивосток, Россия

¹ ivanov.aa@dgtru.ru ORCID: 0000-0000-000-000X

² 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. Ivanov¹, Ivan I. Petrov²

¹ Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

² Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Vladivostok, Russia

¹ ivanov.aa@dgtru.ru ORCID: 0000-0000-000-000X

² 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 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., 2022

Научное электронное издание

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Научный журнал

№ 4 2022

Том 62

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

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 19.12.2022.
Формат 60x84/8.

Оригинал-макет подготовлен
Центром публикационной деятельности
«Издательство Дальрыбвтуза»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б