ISSN 2619-0605

Вестник

Керченского государственного морского технологического университета

ВЫПУСК 4
2023

16+

Рецензируемый научный журнал «Вестник Керченского государственного морского технологического университета» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-78328 от 15.05.2020 г.
Журнал «Вестник КГМТУ» включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по научным специальностям (отраслям науки): 1.5.13 – Ихтиология (биологические науки) с 01.02.2022 г.; 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки) с 27.04.2022 г.; 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика (экономические науки) с 21.02.2023 г.

Редакционный Совет журнала

Главный редактор: Логунова Наталья Анатольевна – д-р экон. наук, доцент, проректор по научной работе
Заместитель главного редактора:
Ушаков Владислав Валериевич – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономики и гуманитарных дисциплин

Редакционная коллегия журнала

Биологические науки	**Технические науки**	**Экономические науки**
Губанов Е.П.	Алексанян И.Ю.	Бутова Т.Г.
Золотницкий А.П.	Антипов С.Т.	Гришкина С.Н.
Миноранский В.А.	Гукасян А.В.	Исраилов М.В.
Москул Г.А.	Донченко Л.В.	Котенев А.Д.
Тарасенко В.С.	Косачев В.С.	Мнацаканян А.Г.
Тюрин В.В.	Максименко Ю.А.	Пискун Е.И.
Чебанов М.С.	Нугманов А.Х.-Х.	Подсолонко В.А.
Булли Л.И.	Соколов С.А.	Сметанко А.В.
Кулиш А.В.	Панфилов В.А.	Труба А.С.
Пашков А.Н.	Фалько А.Л.	Яркина Н.Н.
Тылик К.В.	Битютская О.Е.	
Сытник Н.А.	Яшонков А.А.	
Шляхов В.А.		

Серёгин С.С. – ответственный секретарь
Уманец В.А. – технический редактор
Бобарыкин О.В. – компьютерная верстка

Статьи в журнале издаются на русском и английском языках.
Позиция автора публикаций может не совпадать с точкой зрения редакционного совета и редакционной коллегии журнала.

Издается по решению НТС ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», протокол № 11 от 15.12.2023 г.

Адрес: 298309, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
E-mail: vestnik@ejkgmtu.ru
Web: http://www.ejkgmtu.ru/

Редакционная коллегия журнала

Биологические науки

Научные специальности 1.5.13 «Ихтиология», 1.5.15 «Экология»

1. Губанов Евгений Павлович – д-р биол. наук, профессор, старший научный сотрудник
2. Золотницкий Александр Петрович – д-р биол. наук, профессор, Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АзНИИРХ»), главный научный сотрудник
3. Миноранский Виктор Аркадьевич – д-р с.-х. наук, Южный федеральный университет, профессор кафедры зоологии, председатель Ассоциации по сохранению и восстановлению редких и исчезающих животных «Живая природа степи»
4. Москул Георгий Алексеевич – д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», профессор кафедры водных биоресурсов и аквакультуры
5. Тарасенко Виктор Сергеевич – д-р г.-м. наук, профессор, председатель Крымской республиканской ассоциации «Экология и мир», действительный член (академик) Крымской Академии Наук, Президент Крымской Академии Наук
6. Тюрин Владислав Викторович – д-р биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», заведующий кафедрой генетики, микробиологии и биотехнологии
7. Чебанов Михаил Степанович – д-р биол. наук, профессор, директор ГКУ КК «Кубаньбиоресурсы»
8. Булли Любовь Ивановна – канд. биол. наук, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры
9. Кулиш Андрей Викторович – канд. биол. наук, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры
10. Пашков Андрей Николаевич – канд. биол. наук, Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АзНИИРХ»), заместитель руководителя Краснодарского отделения
11. Тылик Константин Владимирович – канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», декан факультета биоресурсов и природопользования
12. Сытник Наталья Александровна – канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», заведующий кафедрой экологии моря
13. Шляхов Владислав Алексеевич – канд. биол. наук, Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АзНИИРХ»), старший научный сотрудник

Технические науки

Научная специальность 4.3.3 «Пищевые системы (технические науки)»

1. Алексанян Игорь Юрьевич – д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», профессор кафедры «Технологические машины и оборудование»
2. Антипов Сергей Тихонович – д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств
3. Гукасян Александр Валерьевич – д-р техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», директор института механики,

робототехники, инженерии транспортных и техн. систем (ИМРИТТС), заведующий кафедрой технологического оборудования и систем жизнеобеспечения

4. Донченко Людмила Владимировна – д-р техн. наук, профессор, директор НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции Кубанского государственного аграрного университета
5. Косачев Вячеслав Степанович – д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», профессор кафедры технологического оборудования и систем жизнеобеспечения Института механики, робототехники, инженерии транспортных и техн. систем (ИМРИТТС)
6. Максименко Юрий Александрович – д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», проректор по научной работе и инновациям, заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование»
7. Нугманов Альберт Хамед-Харисович – д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», профессор кафедры «Технологические машины и оборудование»
8. Панфилов Виктор Александрович – д-р техн. наук, профессор, академик РАН, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет − МСХА им. К.А. Тимирязева», профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств
9. Соколов Сергей Анатольевич – д-р техн. наук, профессор, ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», заведующий кафедрой общеинженерных дисциплин
10. Фалько Александр Леонидович – д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств
11. Битютская Ольга Евгеньевна – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», заведующий кафедрой технологии продуктов питания
12. Яшонков Александр Анатольевич – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», заведующий кафедрой машин и аппаратов пищевых производств

Экономические науки

Научная специальность 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика»

1. Бутова Татьяна Георгиевна – д-р экон. наук, профессор, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», профессор кафедры международной и управленческой экономики
2. Гришкина Светлана Николаевна – д-р экон. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», профессор Департамента учета, анализа и аудита
3. Исраилов Магамед Вахаевич – д-р экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет» профессор кафедры государственного и муниципального управления
4. Котенев Александр Дмитриевич – д-р экон. наук, доцент, Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации (Ставропольский филиал), начальник кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин
5. Мнацаканян Альберт Гургенович – д-р экон. наук, профессор, Директор института отраслевой экономики и управления, заведующий кафедрой отраслевых и корпоративных финансов ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

6. Пискун Елена Ивановна – д-р экон. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», заведующий кафедрой туризма, сервиса и гостиничного бизнеса
7. Подсолонко Владимир Андреевич – д-р экон. наук, профессор, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», профессор кафедры государственного и муниципального управления Института экономики и управления (структурное подразделение)
8. Сметанко Александр Васильевич – д-р экон. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», заведующий кафедрой учета, анализа и аудита Института экономики и управления (структурное подразделение)
9. Труба Анатолий Сергеевич – д-р экон. наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», главный научный сотрудник, консультант по экономическим вопросам Управления перспективного развития
10. Яркина Наталья Николаевна – д-р экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», профессор кафедры экономики и гуманитарных дисциплин

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.
Научная специальность 1.5.13 «Ихтиология»

Белянин И.А., Гашников М.П. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРЕСТИЛИЩ СТЕРЛЯДИ (ACIPENSER RUTHENUS LINNAEUS, 1758) В САРАТОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В 2022-2023 ГОДАХ 9

Битютская О.Е., Булли Л.И., Уколов А.И. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИДРОКАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ МОРСКОЙ ВОДЫ 19

Битютский Д.Г., Корзун Ю.В., Мурзина С.А. ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОМЫСЕЛ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ (EUPHAUSIA SUPERBA) В ИНДООКЕАНСКОМ СЕКТОРЕ АНТАРКТИКИ 28

Булли Л.И., Битютская О.Е., Мазалова Н.Ф. МИРОВОЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ КЛЕМ 38

Жук Н.Н., Кочергин А.Т. НЕКОТОРЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОМЫСЛА КРИЛЯ В ПРОЛИВЕ БРАНСФИЛД В МАРТЕ-ИЮНЕ 2017 Г. 60

Кухарев Н.Н., Корзун Ю.В., Битютский Д.Г. К ВОПРОСУ О МЕЖГОДОВЫХ КОЛЕБАНИЯХ БИОМАССЫ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ (EUPHAUSIA SUPERBA) В МОРЕ СОДРУЖЕСТВА 67

Полин А.А., Шевченко В.Н., Суетников А.В. ТЕМРЮКСКИЙ ОСЕТРОВЫЙ РЫБОВОДНЫЙ ЗАВОД. ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ОСЕТРОВЫХ В ПЕРИОД С 1967 ПО 2022 ГОД 79

Стрелкова О. В., Иваненко А. М. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАЗИТОФАУНЫ РЫБ НЕКОТОРЫХ ВОДОЁМОВ СРЕДНЕРУССКОЙ РАВНИНЫ 88

Научная специальность 1.5.15 «Экология»

Гамаюнов О.А. КОНЦЕПЦИЯ РЕСТАВРАЦИИ ЭКОСИСТЕМ ИСКУССТВЕННЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА 100

Сытник Н.А. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА КЕРЧЬ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ 108

Научная специальность 4.3.3 «Пищевые системы»

Глебова Е.В., Лаптева Е.П. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ПОВЫШЕНИЮ ОБРАЗОВАННОСТИ И ОСВЕДОМЛЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЯ 121

Горбунов А.В., Кочетков Н.И., Никифоров-Никишин Д.Л., Никифоров-Никишин А.Л. ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ УСТАНОВКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МУТНОСТЬ И ЦВЕТНОСТЬ ВОДНОЙ СРЕДЫ УЗВ 133

Кириченко О.Е., Громов С.В., Кириченко В.А., Катанаева Ю.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСА ДЛЯ ПАСТЕРИЗАЦИИ ЯБЛОЧНОГО СОКА 144

Орлов Б.Ю., Степанова Е.Г., Жлобо Р.А. ПУТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКОЛУЗГОВОГО ЯДРА НА УЧАСТКЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ МАСЛОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ 152

Позднякова Ю.М., Ковалев Н.Н., Пивненко Т.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ДНК ИЗ МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ РЫБ С МЕТАЛЛАМИ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕТАРДНЫХ ФОРМ ПРЕПАРАТОВ 165

Смоленкова О.В., Новикова О.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАСТОЕВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ 173

Соколов А.С., Севаторов Н.Н., Яшонков А.А. ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОТХОДОВ ЦИТРУСОВЫХ В ПИЩЕВЫХ ЦЕЛЯХ 183

Фалько А.Л. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ НАЛАДКИ ВИБРАЦИОННЫХ КОНВЕЙЕРОВ С ЭКСЦЕНТРИКОВЫМ ПРИВОДОМ ПЕРЕД ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ 199

Яшонков А.А., Соколов С.А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГАЛЕРКИНА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СТЕФАНА НА ПРИМЕРЕ СУШКИ РЫБНОГО СЫРЬЯ 211

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ
Научная специальность 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика»

Алексахина Л.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРАТЕГИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА 221

Волошин Г.А., Баришевский Е.В. ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ УЧЕТ ГЛУБИНЫ ПЕРЕРАБОТКИ УЛОВОВ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ КАК КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИХ ЗАПАСОВ 231

Демчук О. В. ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ И СОЗДАНИЕ БЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ 243

Иванов А. В., Коваленко О. А. ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В РЫБНОЙ ОТРАСЛИ 252

Котенев А.Д., Будагов Н.В. ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОСУДАРСТВА: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И РИСКИ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ 260

Макарова О.В., Марчук Д.Г. ПРИЗНАНИЕ И ОТРАЖЕНИЕ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ ОБЕСЦЕНЕНИЯ ВНЕОБОРОТНЫХ АКТИВОВ 270

Меркушева М.В. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕПОЧЕК СОЗДАНИЯ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ В АКВАКУЛЬТУРЕ 280

Острик В.Ю., Сухомлин И.А. ОСОБЕННОСТИ СТИМУЛИРОВАНИЯ ТРУДА УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА В ОРГАНИЗАЦИЯХ 290

Острик В.Ю., Якушев А.А., Понамаренко А.А. РАЗВИТИЕ МОТИВАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ 300

Рысина В.А., Скоробогатова В.В. ЦИФРОВОЙ БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ: ПОНЯТИЕ И ЕГО ЭВОЛЮЦИЯ 312

Сергеев Л.И. СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРАНЫ 320

Скоробогатова В.В., Логунова Н.А. К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ 337

Сушко Н.А. РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО ФИНАНСОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 346

Трегулова И. П., Егоркина Т. А., Уманец В.А. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ИНДУСТРИИ ТУРИЗМА 354

Турчаева И.Н., Головач В.М., Мишакова А.С. К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА 364

Яркина Н.Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ОТРАСЛЕВОЙ СПЕЦИФИКИ (ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЙ УРОВЕНЬ) 374

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Карпов Ф.В., Федоров Г.В., Шкадова А.Р. АНАЛИЗ И ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ «ХИЩНИК – ЖЕРТВА» В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ 382

Логунов Н.С., Белан Н.В., Полетаев П.А. ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ 395

УДК 597.556 (282.247.417) **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.001**

Белянин И.А., Гашников М.П.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРЕСТИЛИЩ СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS* LINNAEUS, 1758) В САРАТОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В 2022-2023 ГОДАХ

Аннотация. С целью восстановления популяции в 1982 г. было начато искусственное воспроизводство и выпуск молоди стерляди в Саратовское водохранилище. За прошедшие 14 лет (2009-2022 гг.) объем ежегодного зарыбления увеличился в 2 раза и достиг 2 млн. экз. в 2022 г. Благодаря искусственному выпуску удалось восстановить возрастную структуру популяции стерляди близкой к таковой в речной период. Существенное увеличение объемов зарыбления привело к омоложению популяции даже по сравнению с речным периодом, что является положительным фактором для дальнейшего нарастания её численности. Достигнутый уровень общего и промыслового запаса и положительная их динамика в перспективе позволяют поставить вопрос о возможном исключении стерляди Саратовского водохранилища из Красных книг Самарской, Ульяновской и Саратовской областей. Одним из вопросов, при рассмотрении возможности выведения вида из перечня охраняемых, является эффективность естественного нереста стерляди в водохранилище. В связи с этим и с целью комплексного изучения современного состояния ее популяции, в 2022-2023 годах впервые за долгое время были проведены работы по изучению состояния нерестилищ и ската личинок стерляди в Саратовском водохранилище.
Ключевые слова: стерлядь, численность, нерестилища, ихтиопланктон, Саратовское водохранилище.

Belyanin I.A., Gashnikov M.P.

STUDY OF STERLET (ACIPENSER RUTHENUS LINNAEUS, 1758) SPAWNING GROUND IN THE SARATOV RESERVOIR IN 2022-2023

Abstract. For the purpose of restitution of population in 1982 artificial reproduction and release of juveniles of a sterlet in the Saratov reservoir was begun. Over the past 14 years (2009-2022), the volume of annual fish stocking has doubled and reached 2 million rubles in 2022. Thanks to stocking it was succeeded to restore age structure of population of a sterlet of the close to that during the river period. Significant increase in volumes of stocking led to a rejuvenescence of population even in relation to the river period that is a positive factor for further increase of its number. The reached level of the general and trade stock and their positive dynamics in the long term allows to raise a question of a possible exception of a sterlet of the Saratov reservoir of the Red Lists of the Samara, Ulyanovsk and Saratov regions. One of the issues when considering the possibility of removing a species from the list of protected species is the effectiveness of natural sterlet spawning in the reservoir. In this regard, and for the purpose of a comprehensive study of the current state of its population, in 2022-2023, for the first time in a long time, work was carried out to study the condition of the spawning grounds and migration of sterlet larvae in the Saratov Reservoir.
Keywords: sterlet, number, spawning areas, ichthyoplankton, Saratov reservoir.

Введение. С образованием Саратовского водохранилища в 1967 г. и перестройкой экологической системы, произошло выпадение из состава ихтиофауны проходных осетровых и лососевых рыб [1]. Для сохранения стада стерляди лов ее в 1972 г. был запрещен, допускался лишь прилов. Материалы исследований за 1983-1987 гг. показали, что численность стерляди в результате более чем десятилетнего запрета увеличилась на всех участках водохранилища, стабилизировались биологические (возраст, размеры) характеристики, но не были достигнуты по численности и массе уровня характерных для речного периода. Промысловый запас составил 85 т. Промышленный лов был открыт в

1987 г. С открытием лова запас стерляди стал быстро снижаться и в 2000 г. оценивался в 21 т, поэтому в этом году был вновь введен запрет на её промысел.

С целью восстановления популяции в 1982 г. начато искусственное воспроизводство и выпуск молоди стерляди в Саратовское водохранилище. За период с 1982 по 1997 гг. было выпущено 4 млн. экз., или в среднем – 267 тыс. экз. в год. (1,4 экз./га). С 1998 г. ежегодные объемы выпуска возросли. Всего за период с 1998 по 2005 гг. включительно было выпущено 4,6 млн. экз., или в среднем 575 тыс. экз. в год. Однако, объемы выпуска были недостаточными (3,1 экз./га) и не оказали существенного влияния на восстановление популяции. Численность и запас стерляди продолжали снижаться, особенно в старших возрастных группах. Промысловый запас стерляди в Саратовском водохранилище к 2005 г. сократился до 14 т.

В р. Волге и в первые годы создания водохранилища популяция стерляди состояла из 35-36 возрастных групп [2], была многочисленной и составляла в траловых уловах около 30 % по численности и 7-10 % по весу. В условиях водохранилища роль её как промыслового ресурса быстро сокращалась. На 20-ый год существования рассматриваемого водоема (1988 г.) было выловлено лишь 22 т, что составляло 1,5 % от общего улова рыбы. В 2007-2008 гг. возрастной состав популяции стерляди Саратовского водохранилища соответствовало 8-9 годам, более старшие особи были единичными. Размеры пойманных рыб колебались в пределах 25-40 см, навеска – 120-400 гр.

В связи с депопуляцией стерляди потребовалось принятие срочных мер, которые выразились во включении стерляди в региональные Красные книги. Так как Саратовское водохранилище территориально расположено в трех областях: Самарской, Саратовской и Ульяновской, соответственно, за относительно короткий период времени была включена в региональные Красные книги названных областей.

Одновременно с этим выполнялся большой комплекс научно-исследовательских работ по изучению Саратовского водохранилища как среды обитания стерляди. Изучены условия ее питания, размножения, пространственное распространение. Рассчитан необходимый объем ежегодного зарыбления согласно приемной емкости водохранилища.

За прошедшие 15 лет (2009-2023 гг.) объем ежегодного зарыбления увеличился в 2 раза и достиг 2,0 млн. экз. в 2023 г. Совершенно очевидно, что в ближайшие годы будет достигнут рекомендуемый ежегодный объем зарыбления (2 млн. экз.).

По мере все возрастающей численности искусственного пополнения, соответственно, темп увеличения промыслового запаса возрастает. Если в 2007-2015 гг. он составлял 1-2 т в год, то в последние годы достиг 4-х т в год. Достигнутый уровень общего и промыслового запаса и положительная их динамика в перспективе дали повод поставить вопрос о возможном исключении стерляди Саратовского водохранилища из Красных книг Самарской, Ульяновской и Саратовской областей.

Однако, одним из главных вопросов при рассмотрении возможности выведения вида из перечня охраняемых, является оценка эффективности естественного нереста стерляди. В связи с этим и с целью комплексного изучения современного состояния ее популяции в 2022-2023 годах впервые за долгое время были проведены работы по изучению состояния нерестилищ и ската личинок стерляди в Саратовском водохранилище.

Целью исследования является изучение состояния нерестилищ и ската личинок стерляди в Саратовском водохранилище.

Материалы и методы исследования. Для исследования были выбраны наиболее крупные нерестилища стерляди, которые предположительно сохранились на Саратовском водохранилище в настоящее время. Районы исследования были определены ниже нерестилищ стерляди, как, предположительно, места наибольших концентраций личинок.

Для определения состояния предполагаемых мест нереста стерляди Саратовского водохранилища использовали подводную видеокамеру MarCum VS825SD. Эффективность естественного воспроизводства стерляди определялась по наличию икры, личинок и молоди.

В 2022-2023 гг. учет ската личинок и ранней молоди стерляди проводился с помощью

пассивных сетных орудий лова – ихтиопланктонных конусных сетей (ИКС), изготовленных из капронового сита № 11, площадью входного сечения 0,7 м^2. Ловушки устанавливали в центральной части придонного горизонта в потоке воды, проходящем через нерестилища (рисунки 1-3). Постановку ИКС осуществляли через каждые 4 часа в течение суток. Время экспозиции ИКС составляло около 20 минут.

Дополнительно, для сбора материала в придонном горизонте на прилегающей к нерестилищу акватории использовали ихтиопланктонную ловушку, площадью входного сечения 0,4 м^2 в активном режиме (буксировка за моторной лодкой). Учитывали скорость и время прохождения ихтиопланктонной ловушкой определенного расстояния.

Пробы личинок и ранней молоди фиксировались 4%-м процентным водным раствором формалином.

Натурные исследования проводились ежегодно с мая по начало июля в период ската личинок стерляди. Лов был приурочен к ранним стадиям развития, когда личинки совершают периодические подъемы и спуски в толще воды. Всего за 2022 г. было собрано 416 проб ихтиопланктона, а в 2023 г. – 340 проб.

Рисунок 1 – Карта-схема расположения Жигулевско-Крестовского нерестилища в верхней зоне Саратовского водохранилища

Рисунок 2 – Карта-схема расположения Студеного нерестилища в верхней зоне Саратовского водохранилища

Рисунок 3 – Карта-схема расположения Винновско-Октябрьского нерестилища в средней зоне Саратовского водохранилища

Результаты исследования и их обсуждение. С образованием Саратовского водохранилища численность стерляди пошла на убыль, особенно резко в нижней зоне, где улов на промысловое усилие снизился в десятки раз [3].

Многолетняя динамика запасов стерляди Саратовского водохранилища (в речной и водохранилищный периоды) приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Многолетние данные по запасам и вылову стерляди в Саратовском водохранилище [4]

Годы	Улов на час траления, кг	Запасы, т		Вылов, т
		общий	промысловый	
Река Волга на участке будущего Саратовского водохранилища				
1965-1966	15,6	250	105	17,0
Саратовское водохранилище				
1968-1969	14,0	224	94	3,0
1975	10,7	171	72	2,0
1980	9,8	156	76	2,3
1985	11,9	174	73	6,7
1988	12,4	198	83	22,3
1990	10,6	169	71	8,2
1995	5,0	81	34	3,0
2000	3,1	49	21	-
2005	-	59	26	-
2007	-	57	38	-
2009	-	66	41	-
2011	-	81	42	-
2013	-	88	43	-
2015	-	101	45	-
2017	-	113	50	-
2019	-	123	54	-
2020	-	133	58	-

Примечание: запасы стерляди в 2007-2020 гг. рассчитаны от выпуска сеголетков за 1982-2020 гг.

Общие запасы стерляди в Саратовском водохранилище после 1988 г. непрерывно снижались: в 1988-1995 гг. – около 16-17 т/год, в 1996-2000 гг. – 4 т/год, в 2001-2007 гг. – 1 т/год. Таже картина наблюдается по промысловым запасам: в 1988-1995 гг. – 7 т/год, в 1996-2005 гг. – 1 т/год.

Динамика массы запаса в течение анализируемого периода обусловлена двумя процессами: 1) убылью рыб в популяции от естественного воспроизводства и 2) увеличением – от выпуска. С 2005-2007 г. по настоящее время убыль рыб от естественного воспроизводства компенсируется пополнением от выпуска.

На среднем, и особенно, нижнем участках водохранилища, нерестилища из-за замедления скорости течения и заиления утратили свои функции. Соответственно, на этих участках снизилась и численность стерляди. Относительно высокая её численность остаётся только на верхнем участке, где сохранились наиболее благоприятные условия для ее размножения при наличии «рабочих» нерестилищ. Из-за потери нерестилищ в нижней и средней зонах водохранилища, значимость нерестилищ, расположенных на верхнем участке, существенно возросла.

Нерестилища стерляди, в основном, располагаются по правому берегу у выходов оврагов, россыпях гальки, опоки, на участках с глубинами от 1,5 до 7-10 м и более 12 м, где скорости течения достигали 1,6-2 м/с.

Наиболее интенсивный нерест стерляди проходит при температуре 10-12° С. Начало нереста приходится на первую декаду мая, когда температура воды достигает 8,5 °С. По сведениям некоторых авторов [5, 6] минимальные и максимальные нерестовые температуры приходятся на 9-13 и 20-21 °С. К 20 июня нерест стерляди обычно заканчивается. Выживаемость личинок, по данным Л.А. Алявдиной [7], составляла на весенних нерестилищах до 30 % от фонда отложенной икры.

Самцы начинают принимать участие в нересте с 4-годовалого возраста, очень редко на год раньше. В массовом количестве вступают в стадо производителей с 6-годовалого возраста. Отдельные самки созревают в 7-8-годовалом возрасте, а в массовом количестве они начинают принимать участие в нересте с 13-14-годовалого возраста [2].

Абсолютная плодовитость стерляди колеблется в широких пределах – от 4000 до 140000 икринок. Икринки клейкие, их диаметр составляет 1,9-2,0 мм. Инкубационный период длится 6-11 суток. Желточный мешок у личинок рассасывается через 6-10 суток после выклева. В возрасте 30 суток мальки достигают длины 3-4 см. Икрометание у молодых особей бывает ежегодно, а в старшем возрасте – через два года [8-10]. По данным В.И. Шилова [2] повторное созревание самок наступает не менее чем через 4-5 лет.

Нерест стерляди осуществляется на участках с твердым каменистым, галечным, галечно-песчаным, глинистым грунтами на глубинах 5-10 м, с достаточно быстрым течением (1,6-2,0 м/с), где не происходит заиление икры.

Натурные наблюдения при использовании подводной видеокамеры MarCum VS825SD показали, что донные субстраты на предполагаемых нерестилищах стерляди в Саратовском водохранилище незначительно заилены, но отмечались и полностью заиленные участки, наблюдалось сильное обрастание водорослями, вследствие этого, часть предположительных нерестилищ непригодны для нереста стерляди. Общая площадь предполагаемых нерестилищ стерляди в верхней зоне Саратовского водохранилища, пригодных для использования стерлядью, составляет 3090 га (таблица 2).

Уловы ихтиопланктонной ловушкой за 2022-2023 гг. были представлены личинками 13-ти видов рыб (таблица 3). Многочисленными видами в уловах были плотва и густера.

Уловы на исследуемых нерестилищах сильно разнятся как между собой, так и в сравнении по годам (таблица 4). Это можно объяснить разностью условий на нерестилищах рыб, таких как температура и скорости течения воды, глубины, места расположения и др.

Таблица 2 – Характеристика нерестовых стерляжьих участков Саратовского водохранилища

№ п\п	Название нерестового участка	Местоположение, координаты (N – E)	Нерестовая площадь, га	Зона водохра-нилища	Регион
1	Жигулевско-Крестовский	Акватория правого берега от плотины Жигулевской ГЭС вниз до с. Крестовая поляна с границами на всем протяжении участка от береговой кромки на 500 м вглубь водохранилища. с.ш. 53°25’26.95″ в.д. 49°28’50.65″ с.ш. 53°25’43.11″ в.д. 49°28’49.67″ с.ш. 53°26’40.94″ в.д. 49°36’11.50″ с.ш. 53°26’50.83″ в.д. 49°44’56.33″ с.ш. 53°27’10.79″ в.д. 49°50’34.12″ с.ш. 53°26’11.20″ в.д. 49°57’01.96″ с.ш. 53°25’55.53″ в.д. 50°00’29.34″ с.ш. 53°24’10.16″ в.д. 50°06’23.32″ с.ш. 53°23’58.68″ в.д. 50°06’04.91″	2100	Верхняя	Самарская область
2	Студеный	Акватория левого берега от створа водозабора поселка Студеный до подводного перехода в районе поляны им. Фрунзе, вглубь водохранилища на 300 м с.ш. 53°18’30.62″ в.д. 50°11’37.27″ с.ш. 53°16’29.74″ в.д. 50°11’03.18″ с.ш. 53°16’40.29″ в.д. 50°10’45.92″ с.ш. 53°18’26.96″ в.д. 50°11’15.02″	70	Верхняя	Самарская область
3	Винновско-Октябрьский	Акватория правого берега от с. Винновка вниз до г. Октябрьск с границами на всем протяжении участка от береговой кромки на 200 м вглубь водохранилища с.ш. 53°10’55.95″ в.д. 48°48’19.60″ с.ш. 53°14’35.69″ в.д. 49°02’48.12″ с.ш. 53°12’36.96″ в.д. 49°22’16.98″ с.ш. 53°09’08.38″ в.д. 49°33’51.68″	920	Средняя	Самарская область

Таблица 3 – Уловы ихтиопланктонной ловушкой на Саратовском водохранилище в 2022-2023 гг., экз./1000 м^3

Виды рыб	Нерестилище №1 (Жигулевско-Крестовское)	Нерестилище №2 (Студеное)	Нерестилище №3 (Винновско-Октябрьское)	Всего
2022 год				
Судак	4,985±9,239	2,203±5,194	2,713±5,522	3,367±7,074
Окунь	5,369±14,024	2,706±6,406	2,615±7,606	3,720±10,228
Берш	0,585±1,413	0,385±0,992	0,280±1,084	0,443±1,221
Тюлька	1,731±6,207	0,580±3,212	1,273±5,392	1,190±5,119
Чехонь	5,362±9,845	10,455±17,642	6,867±15,118	6,383±12,897
Уклея	10,554±22,855	8,434±22,142	4,504±9,096	8,501±19,848
Лещ	7,762±12,540	5,028±10,964	5,566±11,370	6,660±12,038
Бычок-кругляк	3,754±6,766	2,608±5,677	2,685±5,772	3,285±6,291
Густера	24,831±39,071	11,084±27,397	13,462±28,135	16,459±32,864
Плотва	14,569±24,539	20,909±31,260	25,028±29,431	19,734±28,360
Жерех	3,608±3,582	2,469±3,474	5,636±3,420	3,844±3,698
Стерлядь	0	0	0	0
Количество проб	130	143	143	416
2023 год				
Судак	4,242±9,341	11,264±11,265	5,453±10,749	7,162±10,915
Окунь	3,733±9,609	5,856±11,788	15,263±13,894	7,735±12,634
Берш	2,358±5,828	2,920±6,0530	9,379±7,908	4,527±7,203
Тюлька	1,067±2,311	1,984±3,032	2,168±3,107	1,712±2,854
Чехонь	7,017±12,605	13,896±15,189	7,968±12,992	9,812±14,030
Уклея	16,392±26,289	24,360±26,584	46,968±26,847	27,865±29,230
Лещ	23,508±39,284	40,368±43,583	14,200±32,719	27,106±40,613
Бычок-кругляк	23,800±26,888	2,768±11,948	28,074±26,896	17,262±25,139
Густера	36,925±51,040	56,584±55,280	55,190±54,208	49,256±54,135
Плотва	53,483±51,506	26,184±41,567	29,674±48,220	36,794±48,604
Жерех	15,842±27,596	12,112±25,505	11,179±23,217	13,168±25,667
Стерлядь	0	0	0	0
Количество проб	120	125	95	340

Личинки стерляди и ее икра в наших уловах не зарегистрированы. Отсутствие личинок в уловах на основных нерестилищах говорит или о низком уровне естественного нереста стерляди, или полном его отсутствии в Саратовском водохранилище.

Продолжительность жизни стерляди от поколения массового естественного воспроизводства составляет около 30 лет. Есть все основания полагать, что поколения речные и первых водохранилищных лет от естественного воспроизводства в настоящее время практически выпали из состава стада. Современная популяция стерляди Саратовского водохранилища сформировалась от выпуска в водохранилище подрощенной молоди, начиная с выпуска 1993 г. Общий объем выпуска за этот период составил 19,7 млн. экз., или в среднем 758 тыс. экз. в год. В последние годы (с 2015 г.) количество выпускаемой стерляди в Саратовское водохранилище приближено к приемной емкости необходимого (2 млн. экз.).

Выводы. Включение стерляди Саратовского водохранилища в Красные книги регионов явилось крайне необходимым и позитивным фактором спасения ценного вида водных биоресурсов. Мера пассивного характера (полное запрещение лова) и «активная охрана», включающая получение, подращивание потомства в заводских условиях и последующий выпуск в водоем подрощенной до жизнестойкой стадии молоди позволили восстановить популяцию стерляди.

Таблица 4 – Анализ уловов ихтиопланктонной ловушкой в Саратовском водохранилище в 2022-2023 годах

Место исследования	N, проб	Среднее, экз./1000 м^3	Среднеквадратичное отклон.	Среднеквадратичная ошибка среднего	Т-критерий	95% доверительный интервал для разности	
						Нижняя	Верхняя
2022 год							
Нерестилище 1	130	83,11	70,62	6,19	13,42	70,85	95,36
Нерестилище 2	143	66,86	56,55	4,73	14,14	57,51	76,21
Нерестилище 3	106	70,98	49,34	4,80	14,81	61,48	80,48
2023 год							
Нерестилище 1	120	188,37	172,57	15,75	11,96	157,18	219,56
Нерестилище 2	125	198,30	161,23	14,42	13,75	169,75	226,84
Нерестилище 3	95	225,52	141,18	14,48	15,57	196,76	254,28

Однако, несмотря на увеличивающуюся численность стерляди в Саратовском водохранилище, исследования ската молоди рыб на основных стерляжьих нерестилищах показывают, что естественный нерест ее или имеет очень низкий уровень, или вообще отсутствует.

Для восстановления численности стерляди также большое значение имеет проверка состояния ее естественных нерестовых угодий. Для репрезентативной информации по наличию и качеству нерестилищ, степени естественного нереста стерляди в Саратовском водохранилище требуется продолжение исследования в течении минимум пятилетнего периода.

Исследование современного состояния естественного воспроизводства стерляди в Саратовском водохранилище показывает необходимость проведения мер по мелиорации (расчистке) нерестилищ осетровых на водоеме и восстановление и поддержание на устойчивом уровне запасов стерляди путем проведения комплексных рыбохозяйственных мероприятий.

Список использованной литературы:

1. *Ермолин В.П.* Состав ихтиофауны Саратовского водохранилища // Вопросы ихтиологии. 2010. Т. 50. № 2. С. 211-215.
2. *Шилов В.И.* О расах, росте, созревании и повторности нереста стерляди Волгоградского водохранилища // Труды Саратовского отд. ГосНИОРХ. 1971. Т. 11. С. 112-153.
3. *Небольсина Т.К.* Разработать прогноз состояния рыбных запасов (Волгоградское и Саратовское водохранилище): отчет о НИР // Фонды СО ФГНУ ГосНИОРХ. Саратов, 1979. 82 с.
4. *Ермолин В.П., Белянин И.А., Кияшко В.В., Ильин Н.С.* Современное состояние популяции стерляди (Acipenser ruthenus; Acipenseridae) в Саратовском водохранилище // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения: сборник статей XXII Международной научно-практической конференции. Пенза: МЦНС Наука и Просвещение. 2020. С. 10-16.
5. *Закора Л.П., Захаров Н.И.* Биологическое обоснование восстановления стерляжьего хозяйства на Волгоградском водохранилище // Межведомственная ихтиологическая комиссия. Доклад. Краснодар, 1997.
6. *Кожин Н.И.* Стерлядь и воспроизводство ее запасов // Труды ГосНИОРХ. 1970. Т. 2. С. 28-34.
7. *Алявдина Л.А.* К биологии и систематике осетровых рыб на ранних стадиях развития // Труды Саратовского отделения Каспийского филиала ВНИРО. 1953. Т. 2. С. 3-27.
8. *Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н.* Руководство по разведению и выращиванию

осетровых рыб. М.: ФГНУ Росинформагротех, 2004. 148 с.
9. *Кулиш А.В., Кибенко В.А., Туркулова В.Н.* Перспективы создания берегового комплекса индустриального типа по товарному выращиванию ценных объектов аквакультуры (осетровых, лососевых) с использованием морской воды в условиях Северо-Восточного региона Республики Крым // Вестник КГМТУ. 2023. № 1. С. 22-33.
10. *Майоров С.С., Науменко А.Н. и др.* Оценка состояния волгоградской субпопуляции стерляди (acipenser ruthenus) и среды ее обитания на современном этапе // Вестник КГМТУ. 2022. № 4. С. 75-91.

References:

1. Yermolin V.P. Sostav ikhtiofauny Saratovskogo vodokhranilishcha [Composition of the ichthyofauna of the Saratov reservoir]. *Voprosy ikhtiologii* [Questions of Ichthyology], 2010, vol. 50, no. 2, pp. 211-215. (In Russian).
2. Shilov V.I. O rasakh, roste, sozrevanii i povtornosti neresta sterlyadi Volgogradskogo vodokhranilishcha [On the races, growth, maturation and frequency of spawning of sterlet in the Volgograd Reservoir]. *Trudy Saratovskogo otd. GosNIORKH* [Proceedings of Saratov Department GosNIORH], 1971, vol. 11, pp. 112-153. (In Russian).
3. Nebol'sina T.K. Razrabotat' prognoz sostoyaniya rybnykh zapasov (Volgogradskoye i Saratovskoye vodokhranilishche): otchet o NIR [Develop a forecast of the state of fish stocks (Volgograd and Saratov reservoirs): research report]. *Fondy SO FGNU GosNIORKH* [Funds SO FGNU GosNIORH], Saratov, 1979, 82 p. (In Russian).
4. Yermolin V.P., Belyanin I.A., Kiyashko V.V., Il'in N.S. Sovremennoye sostoyaniye populyatsii sterlyadi (Acipenser ruthenus; Acipenseridae) v Saratovskom vodokhranilishche [Current state of the sterlet population (Acipenser ruthenus; Acipenseridae) in the Saratov reservoir]. *Sbornik statey 22 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauka i innovatsii v XXI veke: aktual'nyye voprosy, otkrytiya i dostizheniya»* [Collection of articles of the 22th International Scientific and Practical Conference “Science and innovation in the XXI century: current issues, discoveries and achievements”], Penza, MTSNS Nauka i Prosveshcheniye Publ., 2020, pp. 10-16. (In Russian).
5. Zakora L.P., Zakharov N.I. Biologicheskoye obosnovaniye vosstanovleniya sterlyazh'yego khozyaystva na Volgogradskom vodokhranilishche [Biological justification for the restoration of sterlet farming on the Volgograd Reservoir]. *Mezhvedomstvennaya ikhtiologicheskaya komissiya. Doklad* [Interdepartmental Ichthyological Commission. Report]. Krasnodar, 1997. (In Russian).
6. Kozhin N.I. Sterlyad' i vosproizvodstvo yeye zapasov [Sterlet and reproduction of its reserves]. *Trudy GosNIORKH* [Proceedings of GosNIORH], 1970, vol. 2, pp. 28-34. (In Russian).
7. Alyavdina L.A. K biologii i sistematike osetrovykh ryb na rannikh stadiyakh razvitiya [On the biology and systematics of sturgeon fish at early stages of development]. *Trudy Saratovskogo otdeleniya Kaspiyskogo filiala VNIRO* [Proceedings of the Saratov Branch of the Caspian Branch of VNIRO], 1953, vol. 2, pp. 3-27. (In Russian).
8. Chebanov M.S., Galich Ye.V., Chmyr' Yu.N. *Rukovodstvo po razvedeniyu i vyrashchivaniyu osetrovykh ryb* [Guide to breeding and growing sturgeon fish]. Moscow, FGNU Rosinformagrotekh Publ., 2004, 148 p. (In Russian).
9. Kulish A.V., Kibenko V.A., Turkulova V.N. Perspektivy sozdaniya beregovogo kompleksa industrial'nogo tipa po tovarnomu vyrashchivaniyu tsennykh ob"yektov akvakul'tury (osetrovykh, lososevykh) s ispol'zovaniyem morskoy vody v usloviyakh Severo-Vostochnogo regiona Respubliki Krym [Prospects for creating an industrial-type coastal complex for commercial cultivation of valuable aquaculture objects (sturgeon, salmon) using sea water in the conditions of the North-Eastern region of the Republic of Crimea]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2023, no. 1, pp. 22-33. (In Russian).
10. Mayorov S.S., Naumenko A.N. et al. Otsenka sostoyaniya volgogradskoy subpopulyatsii sterlyadi (acipenser ruthenus) i sredy yeye obitaniya na sovremennom etape [Assessment of the

state of the Volgograd subpopulation of sterlet (acipenser ruthenus) and its habitat at the present stage]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2022, no. 4, pp. 75-91. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Белянин Илья Александрович	канд. биол. наук, заместитель руководителя филиала (ВРИО заведующего лабораторией ихтиологии) Саратовский филиал ВНИРО 410002, г. Саратов, ул. Чернышевского, 152 ilya.belyanin@gmail.com
Belyanin Ilya Alexandrovich	Ph.D. (Biol.) Sciences, Deputy Head of the Branch (acting Head of the ichthyology laboratory) Saratov branch of VNIRO 410002, Saratov, st. Chernyshevsky, 152 ilya.belyanin@gmail.com
Гашников Михаил Павлович	специалист (ВРИО заведующего лабораторией ихтиологии) Саратовский филиал ВНИРО 410002, г. Саратов, ул. Чернышевского, дом 152 gashnikov1997@mail.ru
Gashnikov Mikhail Pavlovich	specialist (acting Head of the ichthyology laboratory) Saratov branch of VNIRO 410002, Saratov, st. Chernyshevsky, house 152 gashnikov1997@mail.ru

УДК 532.5; 574.63 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.002**

Битютская О.Е., Булли Л.И., Уколов А.И.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИДРОКАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ МОРСКОЙ ВОДЫ

Аннотация. Одним из эффективных методов физической обработки является гидродинамическая кавитация – явление образования, роста и схлопывания микропузырьков внутри текущей жидкости. Эффективность действия, безвредность для окружающей среды и экономическая целесообразность делают метод перспективным для широкого внедрения в производство, связанное с необходимостью обеззараживания воды, в частности с аквакультурой. В работе исследовано влияние гидродинамической кавитации на микробиоту и планктон морской воды, установлено, что обработка позволяет полностью разрушить зоопланктон и значительно снижает концентрацию микроводорослей. Подтверждена пролонгированность воздействия гидрокавитации на морскую микробиоту, после обработки санитарно-микробиологические показатели морской воды соответствуют требованиям нормативной документации. Рекомендуется использование воды после гидрокавитационной обработки в аквакультуре микроводорослей и других живых кормов для личинок морских гидробионтов.
Ключевые слова: гидрокавитация, зоопланктон, микроводоросли, микрофлора, обеззараживание морской воды.

Bityutskaya O.E., Bulli L.I., Ukolov A.I.

EFFICIENCY OF HYDROCAVITATION TREATMENT OF SEAWATER

Abstract. One of the most effective methods of physical treatment is hydrodynamic cavitation - the phenomenon of formation, growth and collapse of microbubbles inside the flowing liquid. The effectiveness of the action, harmlessness to the environment and economic feasibility makes the method promising for widespread introduction into production associated with the need for water disinfection, in particular with aquaculture. The effect of hydrodynamic cavitation on the microbiota and plankton of seawater was studied. It was found that the treatment completely destroys zooplankton and significantly reduces the concentration of microalgae. The prolongation of hydrocavitation effects on the marine microbiota has been confirmed, so after hydrocavitation treatment, the sanitary and microbiological indicators of seawater meet the requirements of regulatory documentation. It was recommended to use water after hydrocavitation treatment in aquaculture of microalgae and other live feeds for larvae of marine aquatic organisms.
Keywords: hydrocavitation, zooplankton, microalgae, microflora, sea water disinfection.

Введение. Актуальность проблемы обеспечения водоподготовки для выращивания морских гидробионтов неуклонно возрастает с интенсивным развитием аквакультуры. Морскую воду подвергают предварительной механической очистке и обеззараживанию. Выделяют четыре основные группы методов обеззараживания воды: с помощью окислителей, термический, воздействием ионов благородных металлов (олигодинамия), физический (ультрафиолетовых лучей, магнитных полей, ультразвуком и др.). При обеззараживании морской воды чаще используют физические и термические методы. Так, для выращивания молоди черноморской камбалы-калкана морскую воду подвергают механической очистке через песчано-ракушечный фильтр и систему микрофильтрации, обеспечивая размер взвешенных в воде частиц не более 3 мкм, а обеззараживание воды проводят путем ультрафиолетового облучения [1]. В то же время воздействие ультрафиолетового излучения кратковременно и не имеет высокой производительности. Выбор метода и установка системы очистки воды, по-прежнему, остается сложной задачей.

Одним из эффективных методов физической обработки является гидродинамическая кавитация [2-5]. Метод эффективен в уничтожении микроорганизмов (рис. 1) [6-8]; на

рисунке 2 представлена динамика значений общей бактериальной обсемененности (КМАФАнМ) зеленых водорослей и морской травы после гидрокавитационной обработки (ГК) [8]. Кроме того, метод безвреден для окружающей среды и прост в эксплуатации, при этом используется меньше площади для всей установки и снижается расход электроэнергии [9].

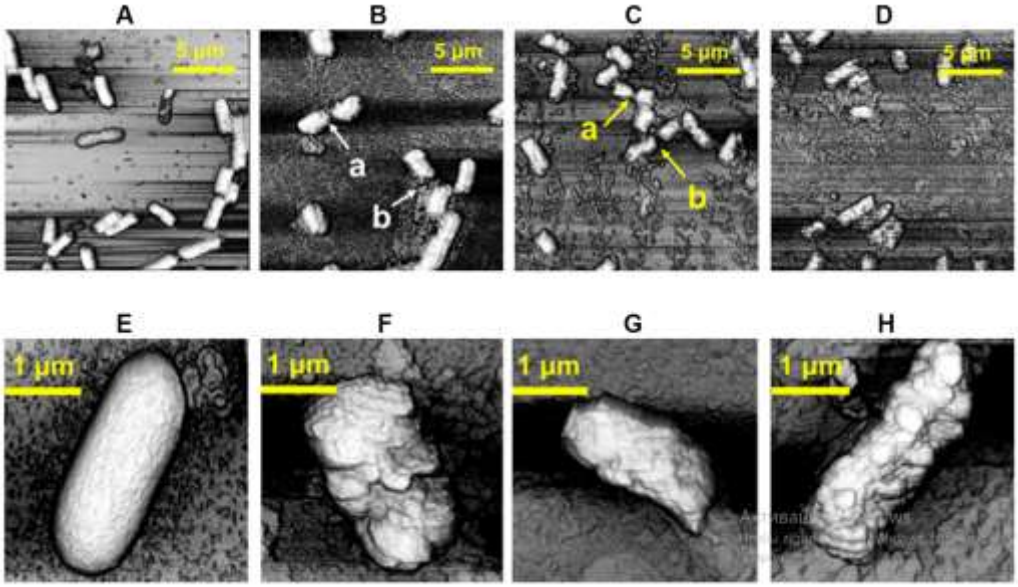


Рисунок 1 – Инактивация *Escherichia. coli* (E – интактные клетки) в результате гидрокавитационной обработки (3-хмерная топографическая атомно-силовая микроскопия) [7]

Целью исследования является установление эффективности гидрокавитационного воздействия на состояние микробиоты, фито- и зоопланктона в морской воде.

Материалы и методы исследования. Пробы морской воды отбирали в прибрежной зоне Керченского пролива (N 45.344882, E 36.472301) в соответствии с ГОСТ 59024-2020 «Вода. Общие требования к отбору проб».

Количественную обработку проб проводили, отбирая определенный объем морской воды до и после гидрокавитационной обработки, которую просматривали в счетной камере. Использовали два типа камер: Горяева и Богорова.

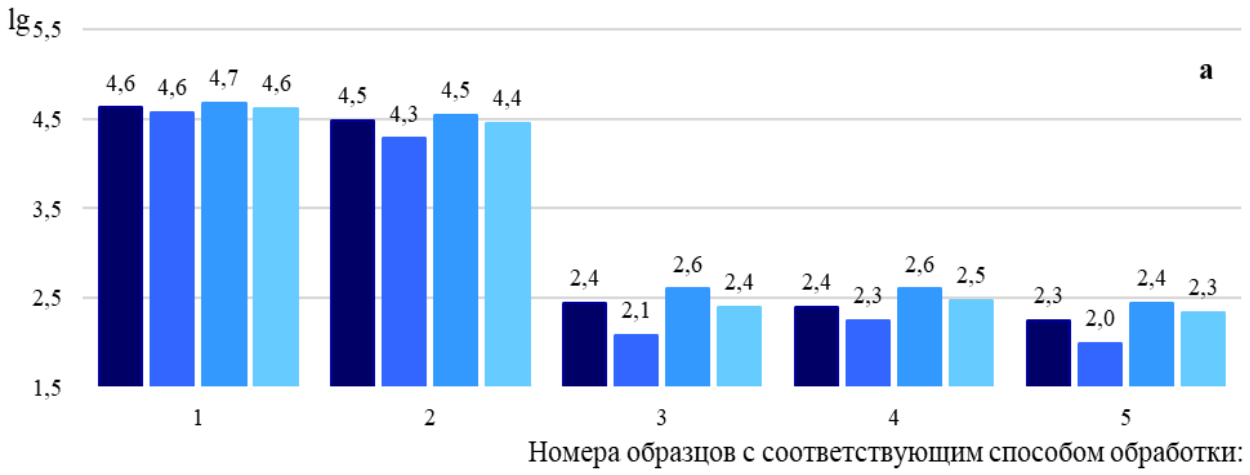
Разбор пробы начинали с одного из концов лабиринта камеры Богорова (60х90 мм), подсчитывая всех представителей зоопланктона, попавших в поле зрения. Потом камеру смещали так, чтобы в поле зрения попала следующая часть, и так далее – пока не будет «пройден» весь лабиринт. Полученный результат умножали на весь объем пробы.

Размеры малых делений клетки сетки камеры Горяева составляют (0,05 ± 0,004) мм, а больших – (0,2 ± 0,002) мм. При этом сетка нанесена на площадку (участок стекла), расположенный на (0,1 ± 0,004) мм ниже, чем две соседние площадки. Эти площадки служат для притирания покровного стекла. Объем жидкости над большим квадратом, образованным делениями сетки Горяева (25 маленьких квадратов), составляет 0,1 мм^3. Подсчитав количество клеток микроводорослей над большим квадратом, можно подсчитать плотность данного типа клеток в суспензии по формуле:

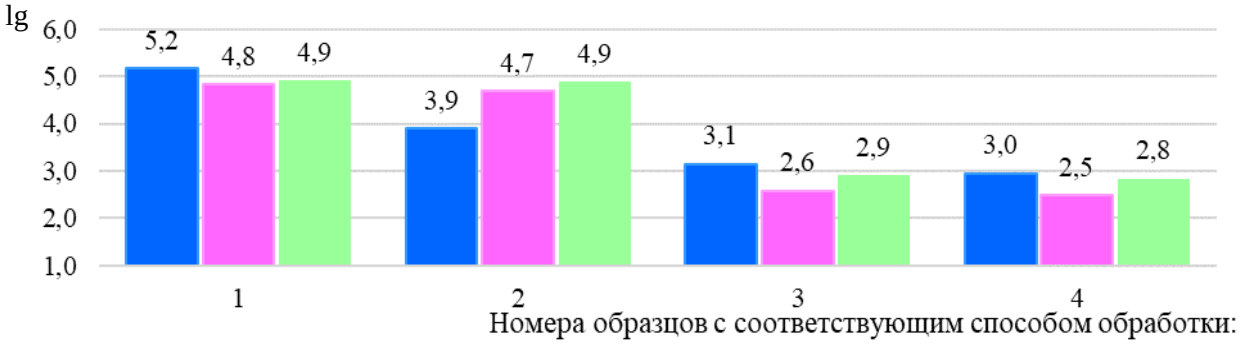
$$\text{Количество клеток в мл} = \text{Кол-во клеток над большим квадратом} \cdot 10^4.$$

В случае, если суспензия была предварительно разведена, то делают поправку на разведение.

При определении концентрации клеток микроводорослей использовали микроскопы LCD Micro, Биолам ЛОМО, (объективы: х20, х40).



1 – исходные значения водоросли-сырца, 2 – водоросли, промытые проточной водой, 3 – ГК обработка сопло-кавитатором 1 типа: угол конусности конфузора – α=45° (5 мин), 4 – ГК обработка сопло-кавитатором 1 типа (10 мин), 5 – ГК обработка сопло-кавитатором 2 типа: угол конусности конфузора – α=20 (5 мин)



1 – исходные значения морской травы сухой; 2 – ГК обработка сопло-кавитатором 1 типа: угол конусности конфузора – α=45° (15 мин), 3 – ГК обработка сопло-кавитатором 2 типа: угол конусности конфузора – α=20 (15 мин), 4 – ГК обработка сопло-кавитатором 1 типа (30 мин)

Рисунок 2 – Динамика значений количества мезофильной аэробной и факультативно-анаэробной микрофлоры до и после гидрокавитационной (ГК) обработки морской сухой травы *Zostera marina* L., 1753 (а) и талломов *Ulva rigida* C. Agardh, 1823 (б)

Культуры микроводорослей *Diacronema lutheri* (Droop) Bendif & Véron, 2011, *Tetraselmis viridis* (Rouchijajnen) R.E. Norris, Hori & Chihara, 1980) были предоставлены ФИЦ ИнБЮМ имени А. О. Ковалевского РАН из собственной коллекции.

Микробиологические показатели морской воды исследовали согласно стандартным методикам. Экспериментальные данные обработаны параметрическими методами с помощью программных пакетов MS Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. Заключительным этапом подготовки воды является обеззараживание, при этом качество метода контролируют, определяя общее число бактерий в 1 см^3 воды и количество индикаторных бактерий группы кишечной палочки.

На первом этапе работы исследовали образцы морской воды до и после кавитационной обработки, оценивая влияние ГК на количество мезофильной аэробной и факультативно-анаэробной микрофлоры (КМАФАнМ) и БГКП в 1 см^3. Результаты исследования представлены на графике (рис. 3); как видно, количество микроорганизмов в воде снижается с увеличением времени обработки. Однако в результате ГК обработки свыше 30 мин возрастает температура воды и создаются благоприятные условия для развития

спорообразующей микрофлоры; в отдельных образцах определено присутствие единичных энтерококков. Действие ГК пролонгировано (рис. 4); при хранении в течение нескольких суток морской воды после обработки общее микробное число уменьшается, возможно, это связано со снижением уровня растворенного в воде кислорода до 4 мг/л.

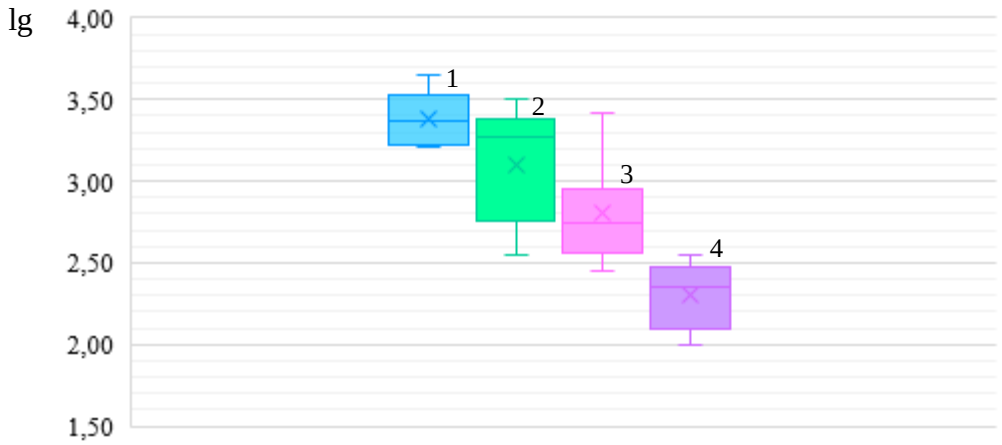


Рисунок 3 – Изменение КМАФАнМ в зависимости от длительности обработки пробы: 1 – морская вода до ГК обработки, 2 – ГК в течение 20 мин, 3 – ГК в течение 30 мин, 4 – ГК в течение 40 мин

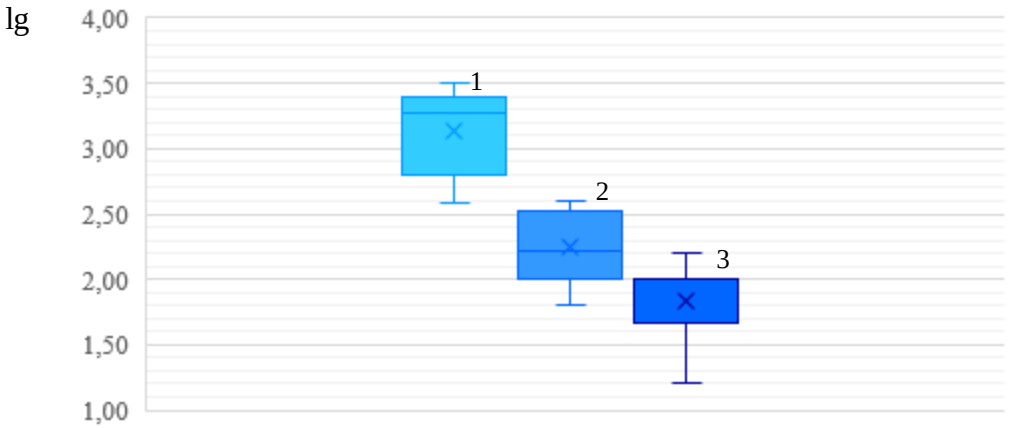


Рисунок 4 – Изменение КМАФАнМ в процессе хранения морской воды после ГК: 1 – морская вода ГК в течение 20 мин, 2 – хранение в течение суток, 3 – хранение в течение 48 ч

В таблице 1 представлены результаты исследований гидрохимических и микробиологических показателей морской воды после гидрокавитационной обработки в течение 20 мин при давлении 4,0 атм.

При выращивании гидробионтов часто возникает проблема очистки воды аквариумов, бассейнов и установок замкнутого водоснабжения (УЗВ). Рециркуляционную (оборотную) воду откачивают из бассейна, транспортируют к фильтру для дезинфекции, а затем возвращают очищенную воду в бассейн. Чаще для обеззараживания применяют ультрафиолетовое излучение (45 %), электролиз и деоксигенацию. В эксперименте, представленном ниже, исследовались как образцы морской воды, так и образцы рециркуляционной морской воды, взятых из аппаратов Вейса, в которых культивировали микроводоросли (*D. lutheri* и *T. viridis*) и макрофиты – зеленую водоросль *U. rigida*. Микроводоросли богаты высокомолекулярными жирными кислотами и служат эффективным кормом для выращивания живых кормов (дафний, моин, коловраток и др.), ульва – объект марикультуры, талломы и проростки, которой используют в пищу.

Таблица 1 – Гидрохимические и микробиологические показатели морской воды после гидрокавитационной обработки и аэрации

Наименование показателя	Значение
Гидрохимические показатели:	
Температура, °С	20-22
Соленость, ‰	16-18
Содержание растворенного в воде кислорода, мг/л	5-7
Микробиологические показатели:	
Колифаги, БОЕ/100 см^3	отсутствуют (при норме не более 10)
Общие колиформные бактерии, КОЕ/100 см^3	менее 5 (при норме не более 1000)
E. coli, КОЕ/100 см^3	менее 5 (при норме не более 100)
S. aureus, КОЕ/100 см^3	отсутствуют (при норме не более 10)
Энтерококки, КОЕ/100 см^3	менее 5 (при норме не более 10)

ГК обработку шести проб морской воды (2 образца с оборотной водой) проводили в течение 20 и 30 мин, оценивая состояние зоопланктона до и после обработки. На рисунке 5 представлено разнообразие жизненных форм зоопланктона в исследованных пробах, оборотной морской воде соответствуют ряды желтого и голубого цветов. После 20 мин ГК живые организмы (коловраток, инфузорий и др.) отсутствовали во всех образцах, вода после кавитации прозрачна, незначительный осадок образуется на дне на вторые сутки отстаивания. Механизм разрушения клеток происходит за счет одновременного сочетания воздействий высокоскоростной струи, ударной волны, и турбулентности в результате схлопывания кавитационного пузырька [9–11].

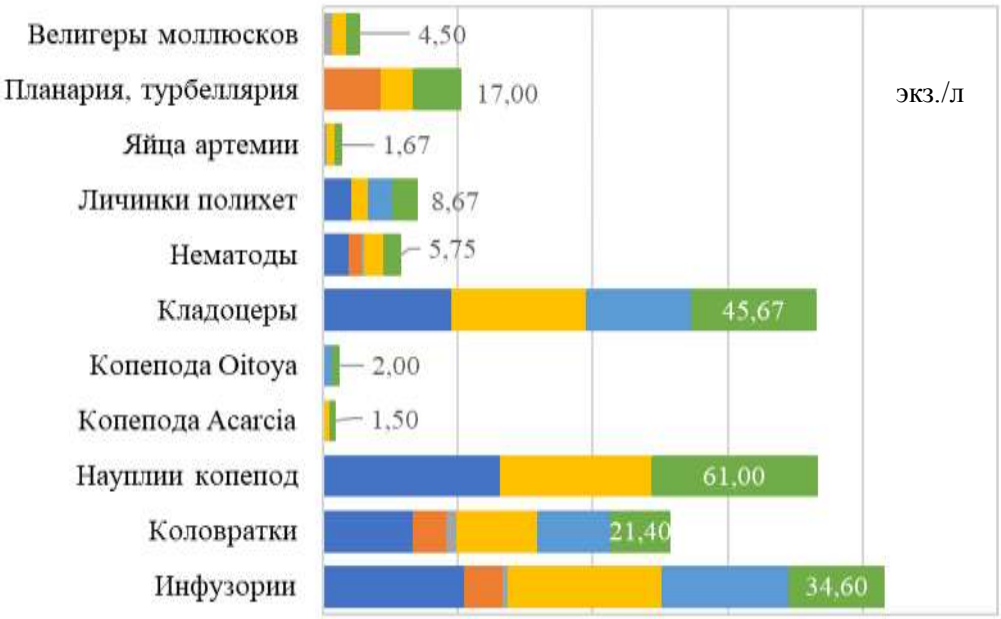


Рисунок 5 – Зоопланктон в шести пробах морской воды (апрель – июль, 2023) до гидрокавитационной обработки

В пробах также присутствовали одноклеточные водоросли, как видно из таблицы 2, воздействие гидрокавитации было выражено слабее, чем на зоопланктонные формы, концентрация водорослей снижалась в 2-3 раза, но, как и в случае воздействия на бактериальную микрофлору, увеличение времени воздействия ГК на морскую воду интенсивно снижает численность живых форм планктона.

Таблица 2 – Влияние гидрокавитационной обработки на фитопланктон

Наименование объекта исследований	Концентрация, кл./мл			
	Режим обработки:			
	исходная	ГК 20 мин	ГК 30 мин	экспозиция 18 ч
Одноклеточные водоросли: в морской воде	$2,25 \cdot 10^6$	$0,29 \cdot 10^6$	$0,15 \cdot 10^6$	
в рециркуляционной морской воде (1)	$2,10 \cdot 10^6$	$0,55 \cdot 10^6$	$0,18 \cdot 10^6$	
в рециркуляционной морской воде (2)	$3,27 \cdot 10^6$	$2,10 \cdot 10^6$	-	$1,50 \cdot 10^6$
в рециркуляционной морской воде (3)	$3,55 \cdot 10^6$	$2,30 \cdot 10^6$	$1,35 \cdot 10^6$	$0,65 \cdot 10^6$
в рециркуляционной морской воде (4)	$3,30 \cdot 10^6$	$1,10 \cdot 10^6$	$1,50 \cdot 10^6$	$0,85 \cdot 10^6$

ГК подвергали также морскую воду с определенной привнесенной концентрацией микроводорослей *D. lutheri* и *T. viridis*, результаты эксперимента представлены на рисунке 6.

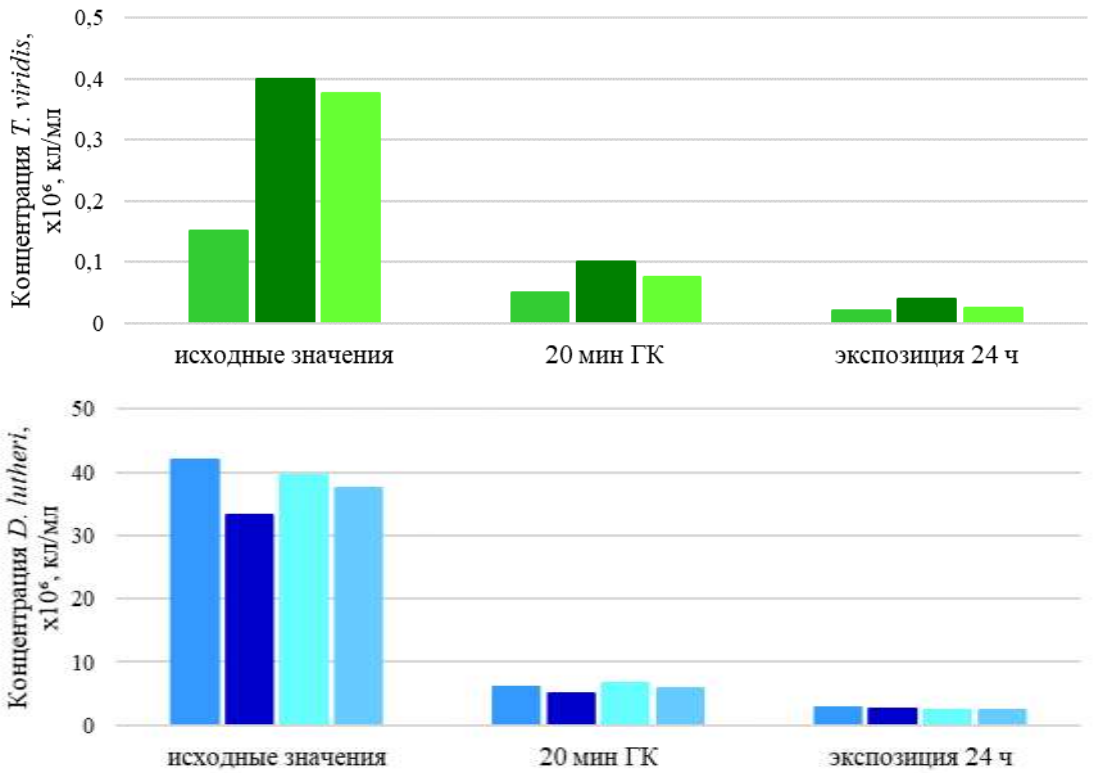


Рисунок 6 – Влияние гидрокавитационной обработки на концентрацию микроводорослей

Следует отметить, что размеры клетки *D. lutheri* более мелкие, чем у *T. viridis*: объем клетки (13,8 ± 4,2) и (214,4 ± 21,1) мкм^3 соответственно; снижение концентрации *D. lutheri* происходит активнее, чем у *T. viridis*: в 13-15 раз против 8-10 раз у *T. viridis,* Однако в пролонгации единичные клетки *D. lutheri* восстанавливается, а в клетках *T. viridis* наблюдается разрушение внутренней организации, при увеличении (х40) просматривается деструктуризация пластид, клетки теряют способность к восстановлению численности популяции.

Устойчивость микроводорослей к ГК по сравнению с зоопланктоном, очевидно, можно объяснить строением клеточной стенки, выполняющей защитную и транспортную функции.

Несмотря на разнообразие структур, клеточная стенка может содержать целлюлозу, а аморфный матрикс включать пектиновые или агаровые вещества.

Выводы. Метод гидродинамической кавитации является перспективным методом в подготовке морской воды для культивирования гидробионтов. После механической очистки гидрокавитационная обработка позволяет полностью разрушить зоопланктон, значительно снизить концентрацию одноклеточных организмов (микроводорослей), которые могут входить в состав питательных смесей для живых кормов и личинок рыб.

Подтверждена пролонгированность воздействия гидрокавитации на морскую микробиоту. Во всех исследованных образцах морской воды после гидрокавитационной обработки санитарно-микробиологические показатели соответствуют требованиям СанПиН 2.1.5.2582-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения».

Рекомендуется использование морской воды после гидрокавитационной обработки в аквакультуре микроводорослей и других живых кормов для личинок морских гидробионтов.

Список использованной литературы:

1. Патент RU 2073432. Способ искусственного разведения черноморской камбалы-калкана / О.Н. Маслова, И.В. Бурлаченко. С1 МПК А01К 61/00. 1997.
2. *Omelyanyuk M., Pakhlyan I., Ukolov A., Bukharin N., El Hassan M.* Experimental and numerical study of cavitation number limitations for hydrodynamic cavitation inception prediction // Fluids. 2022. Vol. 7. №. 6. P. 198-216. DOI: 10.3390/fluids7060198.
3. *Lee Andrew K., Lewis David M., Peter J.* Microalgal cell disruption by hydrodynamic cavitation for the production of biofuels // Journal of Applied Phycology. 2014. № 27 (5). P. 3-11. DOI: 10.1007/s10811-014-0483-3.
4. *Pandit A.B., Mukherjee A.C., Sangave P.P.* Water treatment Using Hydrodynamic cavitation // Indian J. Geo-MarineSci. 2014. Vol. 43. Issue 11. P. 2033-2041.
5. *Sawant S.S., Anil A.C., Krishnamurthy V., Gaonkar C., Kolwalkar J., Khandeparker L., Desai D., Mahulkar A.V., Ranade V.V., Pandit A.B.* Effect of hydrodynamic cavitation on zooplankton: a tool for disinfection // Biochemical Engineering Journal. 2008. Vol. 42. P. 320-328. DOI: 10.1016/j.bej.2008.08.001.
6. *Xun Sun, Jingting Liu, Li Ji, Guichao Wang, Shan Zhao, Joon Yong Yoon, Songying Chen*. A review on hydrodynamic cavitation disinfection: The current state of knowledge // Science of the total environment. 2020. Vol. 737. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139606.
7. *Panda D., Manickam S.* Cavitation Technology – The Future of Greener Extraction Method: A Review on the Extraction of Natural Products and Process Intensification Mechanism and Perspectives // Applied Sciences. 2019. Vol. 9. Issue 4. P. 766. DOI: 10.3390/app9040766.
8. *Битютская О.Е., Булли Л.И. Мазалова Н.Ф., Семенова А.А.* Получение проростков зеленой водоросли *Ulva rigida* C. Ag. // Вестник КГМТУ. 2021. № 2. С. 8-19. DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_8.
9. *Уколов А.И., Малько С.В., Семенова А.Д.* Влияние гидрокавитационной обработки балластной морской воды на устойчивость микроорганизмов // Вестник КГМТУ. 2023. № 2. С. 137-147. DOI: 10.26296/2619-0605.2023.2.2.013.
10. *Naude C.F., Ellis A.T.* On the mechanism of cavitation damage by nonhemispherical cavities in contact with a solid boundary // ASME. J. Basic Eng. 1961. Vol. 83. P. 648-656. DOI: 10.1115/1.3662286.
11. *Benjamin T.B., Ellis A.T.* The collapse of cavitation bubbles and the pressures thereby produced against solid boundaries // Phil. Trans. Roy. Soc., London, Ser. A. 1966. Vol. 260. P. 221-240. DOI: 10.1098/rsta.1966.0046.

References:

1. Maslova O.N., Burlachenko I.V. Sposob iskusstvennogo razvedeniya chernomorskoj kambaly-kalkana [The method of artificial breeding of the Black Sea flounder-kalkan]. Patent RU no.

2073432, S1 MPK A01K 61/00, 1997. (In Russian).
2. Omelyanyuk M., Pakhlyan I., Ukolov A., Bukharin N., El Hassan M. Experimental and numerical study of cavitation number limitations for hydrodynamic cavitation inception prediction. *Fluids*, 2022, vol. 7, no. 6, pp. 198-216. (In English). DOI: 10.3390/fluids7060198.
3. Lee Andrew K., Lewis David M., Peter J. Microalgal cell disruption by hydrodynamic cavitation for the production of biofuels. *Journal of Applied Phycology*, 2014, no. 27 (5), pp. 3-11. (In English). DOI: 10.1007/s10811-014-0483-3.
4. Pandit A.B., Mukherjee A.C., Sangave P.P. Water treatment Using Hydrodynamic cavitation. *Indian J. Geo-MarineSci.*, 2014, vol. 43, issue 11, pp. 2033-2041. (In English).
5. Sawant S.S., Anil A.C., Krishnamurthy V., Gaonkar C., Kolwalkar J., Khandeparker L., Desai D., Mahulkar A.V., Ranade V.V., Pandit A.B. Effect of hydrodynamic cavitation on zooplankton: a tool for disinfection. *Biochemical Engineering Journal*, 2008, vol. 42, pp. 320-328. (In English). DOI: 10.1016/j.bej.2008.08.001.
6. Xun Sun, Jingting Liu, Li Ji, Guichao Wang, Shan Zhao, Joon Yong Yoon, Songying Chen. A review on hydrodynamic cavitation disinfection: The current state of knowledge. *Science of the total environment*, 2020, vol. 737. (In English). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139606.
7. Panda D., Manickam S. Cavitation Technology – The Future of Greener Extraction Method: A Review on the Extraction of Natural Products and Process Intensification Mechanism and Perspectives. *Applied Sciences*, 2019, vol. 9, issue 4, p. 766. (In English). DOI: 10.3390/app9040766.
8. Bityutskaya O.E., Bulli L.I. Mazalova N.F., Semenova A.A. Poluchenie prorostkov zelenoj vodorosli *Ulva rigida* C. Ag. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of KSMTU], 2021, no. 2, pp. 8-19. (In Russian). DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_8.
9. Ukolov A.I., Mal'ko S.V., Semenova A.D. Vliyanie gidrokavitacionnoj obrabotki ballastnoj morskoj vody na ustojchivost' mikroorganizmov. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of KSMTU], 2023, no. 2, pp. 137-147. (In Russian). DOI: 10.26296/2619-0605.2023.2.2.013.
10. Naude C.F., Ellis A.T. On the mechanism of cavitation damage by nonhemispherical cavities in contact with a solid boundary. *ASME. J. Basic Eng.*, 1961, vol. 83, pp. 648-656. (In English). DOI: 10.1115/1.3662286.
11. Benjamin T.B., Ellis A.T. The collapse of cavitation bubbles and the pressures thereby produced against solid boundaries. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, London, Ser. A., 1966, vol. 260, pp. 221-240. (In English). DOI: 10.1098/rsta.1966.0046.

Сведения об авторах / Information about authors

Битютская Ольга Евгеньевна	канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технологии продуктов питания Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 olha98306@yandex.ru
Bityutskaya Ol'ga Evgen'yevna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor, Head of the Department of technology food Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 olha98306@yandex.ru
Булли Любовь Ивановна	канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры технологии продуктов питания Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 l_bulli@mail.ru

Bulli Lyubov Ivanovna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of technology food Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 l_bulli@mail.ru
Уколов Алексей Иванович	канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математики, физики и информатики Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 ukolov_aleksei@mail.ru
Ukolov Alexey Ivanovich	Ph.D. (Phys.-Math.), Associate Professor at the Department of mathematics, physics and informatics Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

УДК 639.28(269.7) **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.003**

Битютский Д.Г., Корзун Ю.В., Мурзина С.А.

ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОМЫСЕЛ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ (*EUPHAUSIA SUPERBA*) В ИНДООКЕАНСКОМ СЕКТОРЕ АНТАРКТИКИ

Аннотация. В основе работы лежит изучение исторических данных о промысле антарктического криля (*Euphausia superba*), а также научно-исследовательских экспедициях в Индоокеанский сектор Антарктики. Представлены материалы о зонах разграничения АНТКОМ. Выделяются некоторые экологические особенности распространения антарктического криля в Индоокеанском секторе Антарктики. Приводятся материалы из базы данных «Материалы по биологии и промыслу антарктического криля *Euphausia superba*, полученные в экспедициях «ЮгНИРО» и управления «Югрыбпромразведка» в Индоокеанском секторе Антарктики в период 1972–1990 гг.», данные ФАО с 1974–2021 гг. и материалы из базы данных KRILLBASE (1926–2016 гг.). Рассматривается промысловый потенциал этого района по разным морям, а также отмечается необходимость проведения исследований для возможного возобновления промысла в этом регионе.
Ключевые слова: Антарктика, Индоокеанский сектор, Южный океан, антарктический криль, *Euphausia superba*, промысел, рейсы.

Bityutsky D.G., Korzun Yu.V., Murzina S.A.

ANTARCTIC KRILL (*EUPHAUSIA SUPERBA*) RESEARCH AND FISHING IN THE INDIAN OCEAN SECTOR OF ANTARCTICA

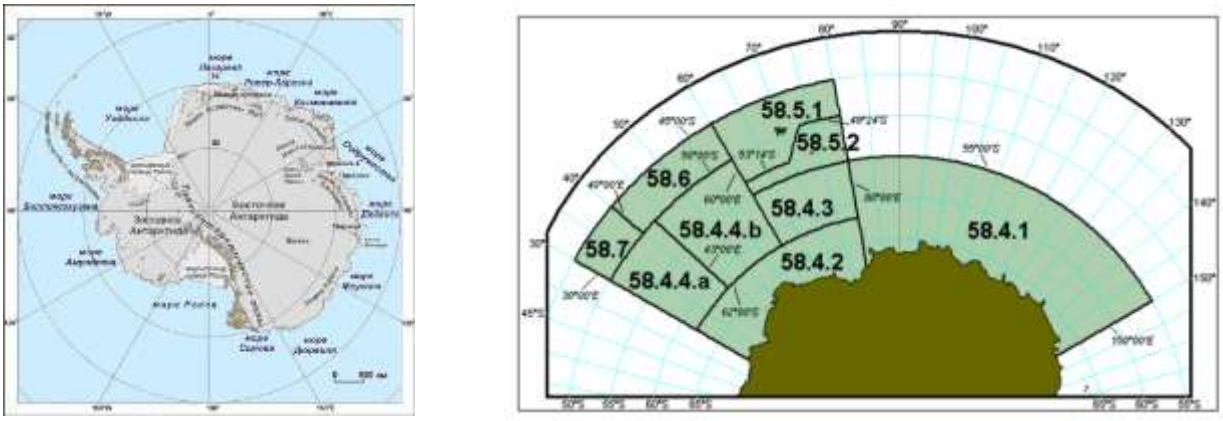
Abstract. The work was based on the study of historical data on the fishing of Antarctic krill (*Euphausia superba*), as well as scientific research expeditions to the Indian Ocean sector of Antarctica. Materials on the CCAMLR demarcation zones were presented. Some ecological features of the distribution of Antarctic krill in the Indian Ocean sector of Antarctica were highlighted. The materials were presented from the database “Materials on the biology and fishing of Antarctic krill *Euphausia superba*, obtained in the expeditions of YugNIRO and the “Yugrybpromrazvedka” directorate in the Indian Ocean sector of Antarctica in the period 1972–1990.”, FAO data from 1974–2021 and materials from the KRILLBASE database (1926–2016). The fishing potential of this area was considered, it was also noted that it is necessary to carrying off the research expedition for the possible resumption of fishing in this region.
Keywords: Antarctica, Indian Ocean, Southern Ocean, Antarctic krill, *Euphausia superba*, fishing, cruise.

Введение. Главным объектом для значительного расширения промысла в Антарктике был и остается Антарктический криль (*Euphausia superba* Dana, 1850) [1–4]. Основные промысловые скопления антарктического криля были обнаружены на южной границе Антарктического циркумполярного течения (АЦТ) (зона антарктической дивергенции). Подобные скопления обычно располагаются вблизи антарктического материка и крупных островов или архипелагов, среди которых Южные Шетландские о-ва, Южные Оркнейские о-ва, о-ва Южной Георгии, Южные Сандвичевы о-ва. Именно в этих районах формировался и развивался международный промысел антарктического криля [5–8]. В Индоокеанском секторе Антарктики (АЧИО, рис. 1) скопления криля обычно формируются также у кромки льда. Это было установлено в первых рыбохозяйственных экспедициях с 1967 по 1970 гг. по изучению сырьевых ресурсов рыб и беспозвоночных, в том числе антарктического криля, на СРТМ «Аэлита» [9–12]. Основой для планирования рыбопоисковых работ в экспедиции на СРТМ «Аэлита» в регионе стали результаты исследований первых трех Комплексных антарктических экспедиций (КАЭ) в АЧИО (1956–1958 гг.), данные с китобойных флотилий, наблюдения зимовщиков на полярных станциях, в том числе на первой советской

антарктической станции Мирный на побережье моря Дейвиса, которые свидетельствовали об «изобилии рыб и беспозвоночных в АЧИО, в частности криля». Ранее многочисленность антарктического криля отмечалось в результатах исследований в экспедициях Британского судна «Дискавери II» (1929-1939 гг.). Однако решающим событием, ускорившим начало изучения сырьевых ресурсов криля в АЧИО, были промысловые уловы антарктического криля, полученные в 1961 г. РТ-202 «Муксун» в атлантической части Антарктики. Первые промысловые скопления криля в Индоокеанском секторе Антарктики были обнаружены в марте 1973 г. на РТМА «Чатыр-Даг» в море Содружества на севере залива Прюдс, а позже в зоне антарктической дивергенции [9–12].

Уловы рыбы и криля в АЧИО испытывали существенные межгодовые колебания, обусловленные в первую очередь количеством задействованного на промысле флота [13–15]. В этот период информацией о локализации, величине и перемещениях скоплений криля непрерывно обеспечивали несколько научно-исследовательских и поисковых судов [15].

Материалы и методы исследования. В настоящей работе представлен ретроспективный анализ данных промысла антарктического криля в Индоокеанском секторе Антарктики, полученных из базы данных: «Материалы по биологии и промыслу антарктического криля *Euphausia superba*, полученные в экспедициях «ЮгНИРО» и управления «Югрыбпромразведка» в Индоокеанском секторе Антарктики в период 1972–1990 гг.» [14]; использованы статистические данные ФАО 1974–2021 гг. [12]; база данных KRILLBASE (1926–2016 гг.) – циркумполярная база данных численной плотности антарктического криля и сальпы [5]; и др. источники.



А Б

Рисунок 1 – Схема расположения приантарктических морей в Индоокеанском секторе Антарктики (А) и статистических подрайонов и участков ФАО и зоны АНТКОМ (Б)

Результаты исследования и их обсуждение. Активный промысел антарктического криля в Индоокеанском секторе Антарктики с разной долей успеха вели более 5 стран, начиная с 1974 г. (рис. 2). В 1979 г. к промыслу криля в АЧИО присоединись суда Республики Кореи, чей вылов за четыре года промысла составил 6,5 тыс. т [15]. Эпизодически лов криля в Индоокеанском секторе осуществляли Франция в 1979 г. (6 т) и Индия в 1996 г. (6 т) [15, 16]. Однако существенных объемов вылова добились только Советский Союз и Япония. В 1981 г. советский вылов криля в АЧИО достиг уровня 155 тыс. т [15–17] и затем начал снижаться (рис. 2). Согласно данным ФАО последние промысловые уловы в этом районе были получены в 1995 г. на уровне в 1,266 тыс. т. Спустя длительное время, первую попытку осуществить промысел в этом районе сделал Китай в 2017–2018 гг. получив уловы на уровне 513 и 258 т, соответственно [1]. К настоящему времени общий исторический улов антарктического криля в АЧИО составляет 758 тыс. т, из них 65,7 % добыли отечественные суда, 33,3 % – японские, 0,9 % – корейские и 0,1 % – китайские.

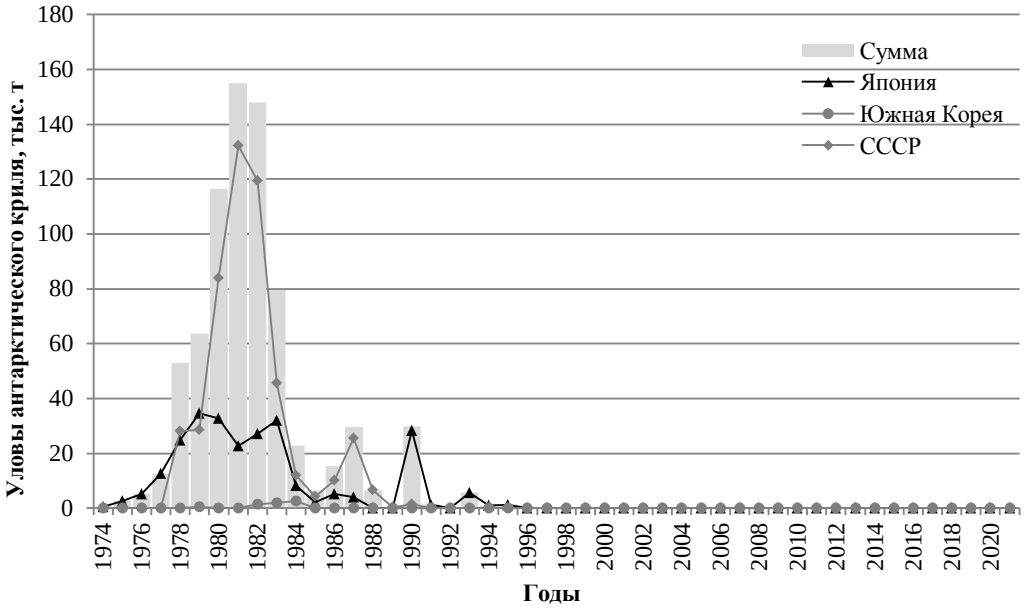


Рисунок 2 – Объем международной добычи антарктического криля в Индоокеанском секторе Антарктики в 1974–2021 гг. [12]

Поисковые и научно-исследовательские суда непрерывно сопровождали работу добывающих судов, обеспечивая их информацией о распределении и размерах скоплений криля. С 1972 по 1990 гг. была выполнена 141 научно-исследовательская и поисковая экспедиция по изучению, биологических ресурсов в АЧИО. В период 1972–1990 гг. исследования только ресурсов криля и поиск его скоплений в АЧИО ежегодно осуществляли от 1 до 4 научно-исследовательских и поисковых судов (рис. 3).

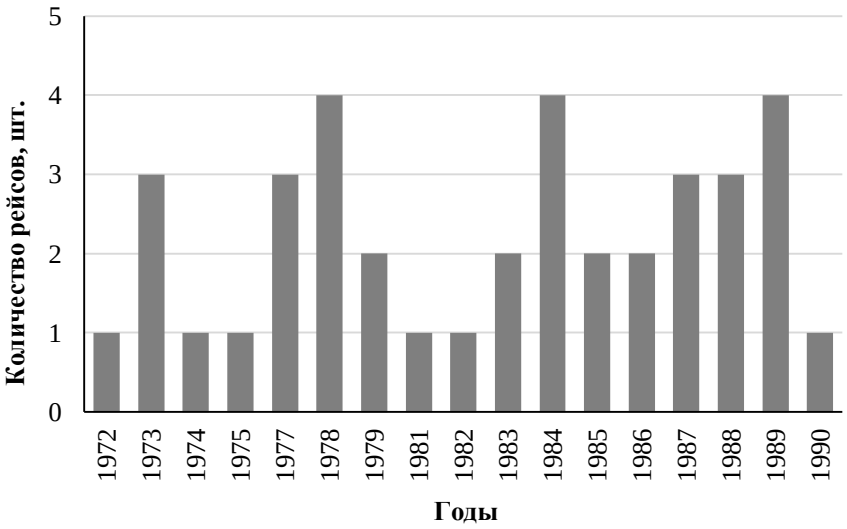


Рисунок 3 – Количество экспедиций в АЧИО по изучению антарктического криля *Euphausia superba* в период 1972-1990 гг. [13]

Собранные в этих экспедициях данные, систематизированы, оцифрованы и оформлены в электронную базу данных [14], рейсовые отчеты этих экспедиций хранятся в научно-технической библиотеке отдела «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (табл. 1).

Таблица 1 – Список рейсовых отчетов экспедиций по изучению криля в Индоокеанском секторе Антарктики за период 1972-1990 гг., зарегистрированных в научно-технической библиотеке отдела «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

№ п/п	Название судна	Тип судна	Номер рейса	Период работ	
				начало	конец
1	Звезда Азова	РТМС	7	28.12.1984	25.02.1985
2			9	26.12.1985	29.01.1986
3			14	21.02.1989	03.03.1989
4	Звезда Черноморья	РТМС	6	13.02.1984	27.03.1984
5			8	05.02.1985	30.03.1985
6	Звезда Крыма	РТМС	9	03.02.1978	03.04.1978
7			15	12.01.1983	17.03.1983
8	Звезда Севастополя	РТМС	12	27.12.1987	27.02.1988
9	Кальпер	РТМС	11	08.03.1986	12.03.1986
10			14	01.02.1988	09.02.1988
11	Кара-Даг	РТМА	3	19.01.1973	10.02.1973
12			5	22.12.1973	21.02.1974
13			9	24.01.1977	05.02.1977
14			12	18.12.1979	14.03.1980
15	Мыс Островского	БМРТ	1	02.12.1978	19.02.1979
16			9	22.01.1984	04.03.1984
17			11	22.12.1984	23.05.1985
18	Профессор Месяцев	НПС	18	03.01.1988	16.02.1988
19			20	10.11.1988	13.03.1989
20	Скиф	НПС	8	13.01.1975	22.01.1975
21			12	17.03.1977	26.03.1977
22			15	27.12.1979	31.03.1980
23			17	29.01.1981	25.03.1981
24			19	15.12.1982	01.02.1983
25			24	16.04.1989	19.06.1989
26			25	04.01.1990	02.04.1990

Активное участие в изучении антарктического криля в АЧИО принимала Австралия в экспедициях 80-х, 90-х, 2000-х гг. [13, 18–19].

Антарктическая дивергенция (АД), проходящая в морях Содружества и Космонавтов разделяет их акватории на две части: одна часть располагается севернее АД, другая южнее дивергенции в связи с чем существуют две группировки криля: одна распределяется севернее (60–66° ю. ш.), а другая южнее Антарктической дивергенции (от 66° ю. ш. до кромки льдов). Эти группировки различаются по особенностям биологии, по размерному составу и другим характеристикам [20].

Оценка запасов криля в Индоокеанском секторе Антарктики производилась систематически с декабря по март 1977–1990 гг. на тралово-акустических учетных съемках в 11-и рейсах в районах промысловых скоплений в море Содружества (таблица 2).

Биомасса криля определялась на двух смежных акваториях в океанической зоне от 60° ю. ш. до 66° ю. ш. и в море Содружества от 66° ю. ш. на юг, до кромки льда, включая залив Прюдс, а также в агрегациях [21]. Значения средней удельной биомассы криля в океанической зоне и в море Содружества имели величины одного порядка 36 г/м^2 и 42 г/м^2, соответственно. По данным отечественных исследований биомасса взрослой части

популяции криля на наиболее изученном участке акватории АЧИО между 60°в. д. и 80°в. д. и от 60° ю. ш. до кромки льда т.е. в море Содружества и прилегающей к нему с севера океанической зоне, на площади от 631 до 1286 тыс. км^2 варьировала от 11,96 до 95 млн т. и в среднем составила 33,95±9,49 млн т. В океанической зоне на площади 555–1177 тыс. км^2 биомасса криля изменялась от 8,48 до 75 млн т, и в среднем равнялась 27,14±7,32 млн т. В море Содружества (включая залив Прюдс) запас криля на площади 9,4–15,7 тыс. км^2 варьировал в интервале от 1,5 до 20 млн т при средней биомассе 5,30±1,28 млн т. Кроме этого оценка биомассы криля в АЧИО была выполнена Австралией в 2007 году методом тралово-акустической съемки. По их данным биомасса рачков в районе залива Прюдс составляла 12,76 млн т, а общий допустимый улов равнялся 1,2 млн т [4]. Суммарная биомасса антарктического криля в течение сезона может значительно колебаться, так в начале лета в западной части (25–65° в. д.) АЧИО она составляла 241 млн т, а в конце лета снизилась до 55 млн т, в результате выноса определенного количества рачков в другие районы, диффузии и гибели особей после нереста. В восточной части (60–95° в. д.) биомасса в тот же период оценивалась в 340 млн т [22]. Суммарная биомасса криля в АЧИО летом может достигать 580 млн т. Промысловый запас криля в агрегациях (скоплениях), на которых целесообразно ведение лова по традиционной схеме разноглубинными тралами по самым строгим оценкам колебался от 0,004 до 5 млн т, и в среднем составлял 0,65±0,3 млн т. Для судов с непрерывной технологией лова, способных рентабельно работать и на менее плотных агрегациях, промысловый запас будет больше.

В настоящее время промысел криля и рыб в АЧИО регулируется Антарктической комиссией по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ, CCALMR). Для АЧИО АНТКОМ установил общий допустимый улов (ОДУ) антарктического криля 3,085 млн т [23] в том числе для моря Космонавтов – 1,448 млн т и для моря Содружества – 1,08 млн т (всего в подрайоне 58.4.2 – 2,645 млн т). При этом реальное изъятие, ввиду недостаточной изученности ресурса криля, ограничено (триггерный уровень) в каждом море по 260 тыс. т и 192 тыс. т соответственно. В морях Дейвиса, Моусона и Дюрвиля (подрайон 58.4.1, рисунок 1) ОДУ криля совокупно установлен АНТКОМ на уровне 440 тыс. т и подразделен на участки западнее и восточнее 115° в. д. на 277 тыс. т и 163 тыс. т соответственно, без введения триггерного уровня, т.е. вылов может быть на уровне ОДУ. Возможный улов криля в АЧИО с учётом всех ограничений на вылов составляет 892 тыс. т [23].

Таблица 2 – Список экспедиций, в которых выполнялась оценка биомассы криля в АЧИО

№ п/п	Название судна	Тип	Рейс	Период работ	
1	«Звезда Азова»	РТМС	9	26.12.1985	12.01.1986
2	«Звезда Черноморья»	РТМС	8	06.02.1985	08.03.1985
3	«Кара-Даг»	РТМА	12	20.12.1979	31.12.1979
4	«Мыс Островского»	БМРТ	9	22.01.1984	28.01.1984
5	«Скиф»	НПС	12	16.03.1977	27.03.1977
6	«Скиф»	НПС	19	15.12.1982	30.01.1983
7	«Скиф»	НПС	24	14.02.1989	18.03.1989
8	«Скиф»	НПС	25	10.01.1990	29.03.1990
9	«Фиолент»	РТМА	18	01.12.1983	30.01.1984
10	«Фиолент»	РТМА	20	04.02.1987	14.03.1987
11	«Фиолент»	РТМА	22	19.12.1987	08.03.1988

Сырьевая база этого района в перспективе может обеспечить крупномасштабный экспедиционный промысел с поставками произведенных пищевых и технических продуктов, как на внутренний рынок, так и на экспорт [24].

С учётом длительного отсутствия промысла в Индоокеанском секторе Антарктики целесообразно проведение комплексных рыбохозяйственных исследований с использованием крупнотоннажных научно-исследовательских судов, оснащенных новейшим научным, рыбопоисковым и технологическим оборудованием. В результате этих работ будет получена информация о современном состоянии океанологических условий в районах бывшего промысла, данные о распределении, биомассе и биологии криля и других объектов возможного промысла в АЧИО. На основании этих данных будут разработаны прогнозы возможного вылова криля с различной заблаговременностью, а также даны рекомендации по стратегии, тактике промысла, количеству и расстановке судов. Далее необходимо ежегодно в начале летнего сезона выполнять реперный океанографический разрез по 70 или 75 меридиану, от 40 параллели и до материкового склона Антарктиды. Полученная при этом информация позволит судить о положении основных фронтальных зон в центральной части сектора, интенсивности поступления глубинных вод АЦТ в район моря Содружества, основного района промысла криля и, соответственно, получить данные об особенностях предстоящего сезона и рационально спланировать дальнейшие научные исследования и работу промыслового флота [8, 25].

Выводы. Возвращение к промыслу в открытой части океанов, и расширение масштабов исследований будет способствовать укреплению позиций нашей страны при отстаивании интересов России в международных рыбохозяйственных организациях при распределении рыбных ресурсов в удаленных районах Мирового океана.

Основываясь на анализе приведенных материалов, можно сделать определенные рекомендации по перспективам организации промысла криля в Индоокеанском секторе Антарктики. Во-первых, этот сектор Антарктики обладает большими промысловыми ресурсами антарктического криля: общий допустимый улов его составляет 3,085 млн т, а временное ограничение на вылов составляет 892 тыс. т, что значительно больше, чем когда-либо достигнутый максимальный улов криля в АЧИО судами всех добывающих стран. Даже в период наиболее интенсивного промысла криля в АЧИО его запасы сильно недоиспользовались, общий вылов криля был более чем в 5 раз меньше ОДУ.

Исследования, выполненные в последние годы за рубежом, дали возможность разработать как новые технологии добычи криля, так и способы получения ряда продуктов из криля с существенной добавочной стоимостью, что сделало промысел и переработку криля экономически выгодной. Необходимо проведение комплексных рыбохозяйственных исследований в Индоокеанском секторе Антарктики с использованием крупнотоннажных научно-исследовательских судов, оснащенных новейшим научным, рыбопоисковым и технологическим оборудованием. Потенциально, при должном уровне исследований в АЧИО, крилевые крупнотоннажные суда начав добычу криля в АЧИО, так как здесь промысловые участки раньше открываются ото льда, и, выбрав квоты, смогут переходить в АЧА, где сезон промысла криля может длиться до сентября. В межсезонье суда могут переходить в субантарктику АЧИО на промысел миктофовых рыб, ресурсы которых до сих пор значительно недоиспользуются промыслом.

Список использованной литературы:

1. *Петров А. Ф., Касаткина С. М.* Морские охраняемые районы (МОР) в Антарктике – инструмент геополитической борьбы за ресурсы // Рыбное хозяйство. 2019. № 3. С. 3-16.
2. *Петров А. Ф.* Состояние изученности биоресурсов Антарктики, их статус и промысловое освоение // Известия ТИНРО. 2016. Т. 184. С. 41-53.
3. *Корзун В. А.* Оценка возможностей использования ресурсов Антарктики. М.: ИМЭМО РАН. 2009. 116 с.
4. *Шуст К. В., Бизиков В. А.* Изучение и промысловое освоение биологических ресурсов Антарктических вод // Вопросы рыболовства. 2010. Т. 11. № 4 (44). С. 765-779.
5. *Atkinson A., Hill S. L., Pakhomov E., Siegel V., Anadon R., Chiba S., Daly K. L., Downie R., Fielding S., Fretwell P., Gerrish L., Hosie G. W., Jessopp M. J., Kawaguchi S., Krafft B. A.,*

Loeb V., Nishikawa J., Peat H. J., Reiss C. S., Ross R. M., Langdon B. Quetin, Schmidt K., Steinberg D. K., Subramaniam R. C., Tarling G. A., Ward P. KRILLBASE: a circumpolar database of Antarctic krill and salp numerical densities, 1926-2016 // Earth Syst. Sci. Data. 2017. № 9. P. 193-210.

6. *Orsi A. H., Whitworth T., Nowlin W. D.* On the meridional extent and fronts of the Antarctic Circumpolar Current // Deep-Sea Research. 1995. № 42 (5). P. 641-673.
7. Quantarctica // Norwegian Polar Institute. URL: http://quantarctica.npolar.no/ (дата обращения: 09.10.2023).
8. *Hempel G.* Biology and Ecology of Antarctic Krill. Springer Cham, 2016. 441 p.
9. Отчет о III научно-поисковой экспедиции на РТМ-А «Кара-Даг» в Индийский сектор Южного океана (сентябрь 1972 г. – март 1973 г.) / В. В. Назаренко. Керчь: ЮРПР, 1973. 197 с.
10. Отчет о третьем рейсе РТМ-А «Чатыр-Даг» / В. А. Бибик. Керчь: АзЧерНИРО. 1974. 164 с.
11. *Пшеничнов Л. К.* История начала рыбохозяйственных исследований в Южном океане. Керчь: ЮгНИРО. 2014. Т. 52. С. 178-191.
12. FAO – Fishery and Aquaculture Statistics – Antarctic krill global capture production 1950-2021 (FishstatJ). URL: www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en (дата обращения: 30.10.2023).
13. *Корзун Ю. В., Сербин В. В.* Обзор отечественных рыбохозяйственных исследований криля *Euphausia superba* в Индоокеанском секторе Антарктики // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции (Керчь, 15-17 мая 2019 г.). Симферополь: ИТ «АРИАЛ». 2019. С. 327-332.
14. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023622749. Материалы по биологии и промыслу антарктического криля *Euphausia superba*, полученные в экспедициях «ЮгНИРО» и управления «Югрыбпромразведка» в Индоокеанском секторе Антарктики в период 1972-1990 гг. Дата регистрации 14.08.2023.
15. *Hosie G. W., Cochran T. G.* Mesoscale distribution patterns of macrozooplankton communities in Prydz Bay, Antarctica January to February 1991 // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1994. Vol. 106. P. 21-39.
16. Промысловое описание моря Содружества и прилегающих вод. Керчь: АзчерНИРО, Югрыбпромразведка, ГУНО МО, 1983. 41 с.
17. *Кухарев Н. Н., Зайцев А. К., Корзун Ю. В., Мисарь Н. А., Ребик С. Т., Усачев С. И.* Основные результаты исследований ЮгНИРО в Индоокеанском секторе Антарктики // Материалы IX международной научно-практической конференции (Керчь, 6 октября 2017 г.). 2017. С. 189-205.
18. *Swadling K. M., Kawaguchi S., Hosie G. W.* Antarctic mesozooplankton community structure during BROKE-West (30°E 80°E), January and February 2006 // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 57. 2010. Vol. 9. P. 887-904.
19. *Hosie G. W., Schultz M. B. et al.* Macrozooplankton community structure off East Antarctica (80 150°E) during the Austral summer of 1995/1996 // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. 2000. Vol. 47 (12-13). P. 2437-463.
20. *Pakhomov E. A.* Demographic studies of Antarctic krill *Euphausia superba* in the Cooperation and Cosmonaut Seas (Indian sector of the Southern Ocean) // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1995. Vol. 119. P. 45-61.
21. *Самышев Э. З.* Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале. М.: Наука. 1991. 168 с.
22. *Асеев Ю. П.* К изучению размерно-возрастной структуры и величины популяции антарктического криля (*Euphausia superba* Dana) в индоокеанском секторе Антарктики // автореф. дис … канд. биол. наук: 03.00.18 / Юрий Петрович Асеев. Севастополь, 1978. 25 с.

23. Список действующих мер по сохранению 2022/23 гг. Комиссия по сохранению морских живых ресурсов Антарктики. URL: https://www.ccamlr.org/ru/document/conservation-and-management/список-действующих-мер-по-сохранению-2022/23-г (дата обращения: 08.11.2023).
24. Программа по изучению ресурсов антарктических вод в 2019-2020 гг. URL: http://agrarian.council.gov.ru/activity/activities/round_tables/79449/ (дата обращения: 10.10.2023).
25. *Ланин В. И.* Промыслово-океанологические исследования в Индоокеанском секторе Антарктики // Труды ЮгНИРО. 2017. Т. 54. С. 51-57.

References:

1. Petrov A. F., Kasatkina S. M. Morskie okhranyaemye raiony (MOR) v Antarktike – instrument geopoliticheskoi bor'by za resursy [Marine protected areas (MPas) in Antarctica – an instrument of the geopolitical struggle for resources]. *Rybnoe khozyaistvo* [Fisheries], 2019, no. 3. pp. 3-16. (In Russian).
2. Petrov A. F. Sostoyanie izuchennosti bioresursov Antarktiki, ikh status i promyslovoe osvoenie [The state of knowledge of Antarctic bioresources, their status and commercial development]. *Izvestia TINRO* [New of TINRO], 2016, vol. 184, pp. 41-53. (In Russian).
3. Korzun V. A. *Otsenka vozmozhnostei ispol'zovaniya resursov Antarktiki* [Assessment of the possibilities of using Antarctic resources]. Moscow, IMEMO RAN Publ., 2009, 116 p. (In Russian).
4. Shust K. V., Bizikov V. A. Izuchenie i promyslovoe osvoenie biologicheskikh resursov Antarkticheskikh vod [The study and commercial development of biological resources of Antarctic waters]. *Voprosy rybolovstva* [Questions of fisheries], 2010, vol. 11, no. 4 (44), pp. 765-779. (In Russian).
5. Atkinson A., Hill S. L., Pakhomov E., Siegel V., Anadon R., Chiba S., Daly K. L., Downie R., Fielding S., Fretwell P., Gerrish L., Hosie G. W., Jessopp M. J., Kawaguchi S., Krafft B. A., Loeb V., Nishikawa J., Peat H. J., Reiss C. S., Ross R. M., Langdon B. Quetin, Schmidt K., Steinberg D. K., Subramaniam R. C., Tarling G. A., Ward P. KRILLBASE: a circumpolar database of Antarctic krill and salp numerical densities, 1926-2016. *Earth Syst. Sci. Data*, 2017, no. 9, pp. 193-210. (In English).
6. Orsi A. H., Whitworth T., Nowlin W. D. On the meridional extent and fronts of the Antarctic Circumpolar Current. *Deep-Sea Research*, 1995, no. 42 (5), pp. 641-673. (In English).
7. Quantarctica. Norwegian Polar Institute. (In English). Available at: http://quantarctica.npolar.no/ (accessed 09.10.2023).
8. Hempel G. Biology and Ecology of Antarctic Krill. Springer Cham, 2016. 441 p. (In English).
9. Nazarenko V. V. *Otchet o 3 nauchno-poiskovoi ehkspeditsii na RTM-A «Kara-DaG» v Indiiskii sektor Yuzhnogo okeana (sentyabr' 1972 g. – mart 1973 g.)* [Report on the III scientific search expedition on the RTM-A “Kara-Dag” to the Indian sector of the Southern Ocean (September 1972 – March 1973)]. Kerch', YURPR Publ., 1973, 197 p. (In Russian).
10. Bibik V. A. *Otchet o tret'em reise RTM-A «Chatyr-DaG»* [Report on the third flight of RTM-A “Chatyr-Dag”]. Kerch', AZCherNIRO Publ., 1974, 164 p. (In Russian).
11. Pshenichnov L. K. Istoriya nachala rybokhozyaistvennykh issledovanii v Yuzhnom okeane [The history of the beginning of fisheries research in the Southern Ocean]. Kerch', YuGNIRO Publ., 2014, vol. 52, pp. 178-191. (In Russian).
12. FAO – Fishery and Aquaculture Statistics – Antarctic krill global capture production 1950-2021 (FishstatJ). (In English). Available at: www.fao.org/fishery/statistics/software/ fishstatj/en (accessed 30.10.2023).
13. Korzun Yu. V., Serbin V. V. Obzor otechestvennykh rybokhozyaistvennykh issledovanii krilya Euphausia superba v Indookeanskom sektore Antarktiki [A review of domestic fisheries research on Euphausia superba krill in the Indian Ocean sector of Antarctica]. *Materialy 2 Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nye problemy bioraznoobraziya i*

prirodopol'zovaniya» [Proceedings of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Conference “Actual problems of biodiversity and nature management”]. Simferopol', IT «ARIAL» Publ., 2019, pp. 327-332. (In Russian).

14. *Materialy po biologii i promyslu antarkticheskogo krilya Euphausia superba, poluchennye v ehkspeditsiyakh «YuGNIRO» i upravleniya «Yugrybpromrazvedka» v Indookeanskom sektore Antarktiki v period 1972-1990 gg.* [Materials on the biology and fishing of Antarctic krill Euphausia superba, obtained in the expeditions of YugNIRO and Yugrybpromrazvedka in the Indian Ocean sector of Antarctica in the period 1972-1990]. Author’s license no. 2023622749, 14.08.2023. (In Russian).
15. Hosie G. W., Cochran T. G. Mesoscale distribution patterns of macrozooplankton communities in Prydz Bay, Antarctica January to February 1991. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1994, vol. 106, pp. 21-39. (In English).
16. *Promyslovoe opisanie morya Sodruzhestva i prilegayushchikh vod* [Commercial description of the Commonwealth Sea and adjacent waters]. Kerch', AzcherNIRO Yugrybpromrazvedka, GUNO MO Publ., 1983, 41 p. (In Russian).
17. Kukharev N. N., Zaitsev A. K., Korzun Yu. V., Misar' N. A., Rebik S. T., Usachev S. I. Osnovnye rezul'taty issledovanii YugNIRO v Indookeanskom sektore Antarktiki [The main results of UgNIRO's research in the Indian Ocean sector of Antarctica]. *Materialy 9 mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference], 2017, pp. 189-205. (In Russian).
18. Swadling K. M., Kawaguchi S., Hosie G. W. Antarctic mesozooplankton community structure during BROKE-West (30°E 80°E), January and February 2006. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2010, vol. 57 (9), pp. 887-904. (In English).
19. Hosie G. W., Schultz M. B. et al. Macrozooplankton community structure off East Antarctica (80 150°E) during the Austral summer of 1995/1996. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2000, vol. 47 (12-13), pp. 2437-2463. (In English).
20. Pakhomov E. A. Demographic studies of Antarctic krill Euphausia superba in the Cooperation and Cosmonaut Seas (Indian sector of the Southern Ocean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1995, vol. 119, pp. 45-61. (In English).
21. Samyshev E. Z. *Antarkticheskii kril' i struktura planktonnogo soobshchestva v ego areale* [Antarctic krill and the structure of the plankton community in its range]. Moscow, Nauka Publ., 1991, 168 p. (In Russian).
22. Aseev Yu. P. *K izucheniyu razmerno-vozrastnoi struktury i velichiny populyatsii ntarkticheskogo krilya (Euphausia superba Dana) v indookeanskom sektore Antarktiki*. *Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk* [To study the size-age structure and population size of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) in the Indian Ocean sector of Antarctica. Cand. biol. sci. diss. abstr.]. Sevastopol', 1978, 25 p. (In Russian).
23. *Spisok deistvuyushchikh mer po sokhraneniyu 2022/23 gg. Komissiya po sokhraneniyu morskikh zhivykh resursov Antarktiki* [List of current conservation measures for the 2022/23 season Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources.]. (In Russian). Available at: https://www.ccamlr.org/ru/ (accessed 06.11.2023).
24. Programma po izucheniyu resursov antarkticheskikh vod v 2019-2020 gg. [The program for the study of Antarctic water resources in 2019-2020]. (In Russian). Available at: http://agrarian.council.gov.ru/activity/activities/round_tables/79449/ (accessed 10.10.2023).
25. Lanin V. I. Promyslovo-okeanologicheskie issledovaniya v Indookeanskom sektore Antarktiki [Commercial oceanological research in the Indian Ocean sector of Antarctica]. *Trudy YuGNIRO* [Proceedings of YugNIRO], 2017, vol. 54, pp. 51-57. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Битютский Дмитрий	канд. биол. наук, заместитель начальника отдела «Керченский» Азово-Черноморский филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

Геннадьевич	298300, Республика Крым, г. Керчь, ул. Свердлова, 2 dgbitiutskii@yandex.ru
Bitiutskii Dmitrii Gennadievich	Ph.D. (Biol.), Deputy Head of the Kerch Department The Azov-Black Sea Branch of “VNIRO” (“AzNIIRKH”) 298300, Republic of Crimea, Kerch, Sverdlova str., 2 dgbitiutskii@yandex.ru
Корзун Юрий Васильевич	главный специалист сектора Мирового океана отдела «Керченский» Азово-Черноморский филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ») 298300, Республика Крым, г. Керчь, ул. Свердлова, 2 korzunyv@azniirkh.vniro.ru
Korzun Yuriy Vasilievich	Chief Specialist of the World Ocean Sector in the Kerch Department The Azov-Black Sea Branch of “VNIRO” (“AzNIIRKH”) 298300, Republic of Crimea, Kerch, Sverdlova str., 2 korzunyv@azniirkh.vniro.ru
Мурзина Светлана Александровна	д-р биол. наук, заведующий лабораторией экологической биохимии Института биологии – обособленного подразделения Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук» 185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11 murzina.svetlana@gmail.com
Murzina Svetlana Alexandrovna	Dr. Sci. (Biol.), Head of the Department in Laboratory of Ecological Biochemistry of the Biological Institute, a separate division of the Federal Research Center “Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences” 185910, Petrozavodsk, str. Pushkinskaya, 11 murzina.svetlana@gmail.com

УДК 532.5; 574.63 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.004**

Булли Л.И., Битютская О.Е., Мазалова Н.Ф.

МИРОВОЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ КЛЕМ

Аннотация. Термин «клемы» (clams, англ.) принято использовать в отношении большого количества съедобных двустворчатых моллюсков (кроме мидий и устриц), различающихся размерами, условиями обитания и относящимися к разным видам и семействам. Снижение в мире промысловых запасов многих ценных видов гидробионтов, в том числе и клем, обусловленное их интенсивным промыслом, ухудшением экологических условий, а также ростом потребительского спроса на деликатесное мясо и биологически активные добавки, делают все более востребованными работы, связанные с культивированием закапывающихся моллюсков. В ряде стран более половины добываемых двустворчатых моллюсков выращивают на предприятиях аквакультуры. Наиболее успешными и совершенными на сегодняшний день являются способы выращивания таких клем как *Anadara granosa, A. subcrenata, Mercenaria mercenaria, Mya arenaria, Ruditapes philippinarum, Meretrix lusorina, Cerastoderma edule, Venerupis pullastra, V. corrugata* и др. На сегодня клемы-аутоакклимантизанты – *M. arenaria* и *A. kagoshimensis*, являются состоявшимися элементами азово-черноморской экосистемы, усиливают эффективность действия биофильтраторов бентали и считаются перспективными объектами культивирования и промышленного использования.
Ключевые слова: клемы, аквакультура, двустворчатые моллюски, анадара, венерупис, мия, мерценария.

Bulli L.I., Bityutskaya O.E., Mazalova N.F.

WORLD EXPERIENCE AND PROSPECTS OF INDUSTRIAL GROWING CLAM

Abstract. The term "clams" is commonly used in relation to a large number of edible bivalve mollusks (except mussels and oysters), differing in size, habitat conditions and belonging to different species and families. The decline in the world's commercial stocks of many valuable species of aquatic organisms, including clam, due to their intensive fishing, deterioration of environmental conditions, as well as an increase in consumer demand for delicatessen meat and biologically active additives, make work related to the cultivation of burrowing shellfish increasingly in demand. In a number of countries, more than half of the bivalve mollusks produced were grown at aquaculture enterprises. The most successful and advanced methods to date were the cultivation of such terminals as *Anadara granosa, A. subcrenata, Mercenaria mercenaria, Mya arenaria, Ruditapes philippinarum, Meretrix lusorina, Cerastoderma edule, Venerupis pullastra, V. corrugata*, etc. Clams-autoacclimatizers – *M. arenaria* and *A. kagoshimensis* are established elements of the Azov-Black Sea ecosystem, enhance the effectiveness of benthic biofilters and were considered promising objects of cultivation and industrial use.
Keywords: clams, aquaculture, bivalves, anadara, venerupis, mia, mercenaria.

Введение. Класс *Bivalvia* Linnaeus, 1758, или *Lamellibranchia* Blainville, 1834 – двустворчатые, или пластинчатожаберные моллюски включает около 20000 видов [1]. Большинство двустворчатых ведут сидячий (прикрепленный) или малоподвижный образ жизни, проводя всю жизнь на одном месте там, где они осели на стадии личинки. Все свободноживущие двустворчатые (кроме сверлящих форм) являются бентосными организмами, т.е. живут на поверхности дна или зарываются в субстрат: песок, ил, гальку, фрагменты кораллов. Многие из них живут в приливно-отливной (литоральной) зоне, где грунт остаётся влажным даже в отлив. «…Закапываясь в грунт, двустворчатые предохраняют

себя от ударов волн, обезвоживания и перегрева во время малой воды, а также от перепадов солёности воды, вызванных дождями. Кроме того, это спасает от многих хищников» [1].

У закапывающихся моллюсков, в отличие от живущих на мелководьях и прикрепляющихся нитями биссуса к субстрату, «…развиваются особые выросты мантии – сифоны, через которые засасывается и выводится вода, необходимая для дыхания и питания моллюска (рис. 1). Моллюски, живущие на поверхности грунта или закапывающиеся в него неглубоко, имеют лишь зачаточные сифоны или вообще лишены их, например, сердцевидки, венусы и др.» [1].

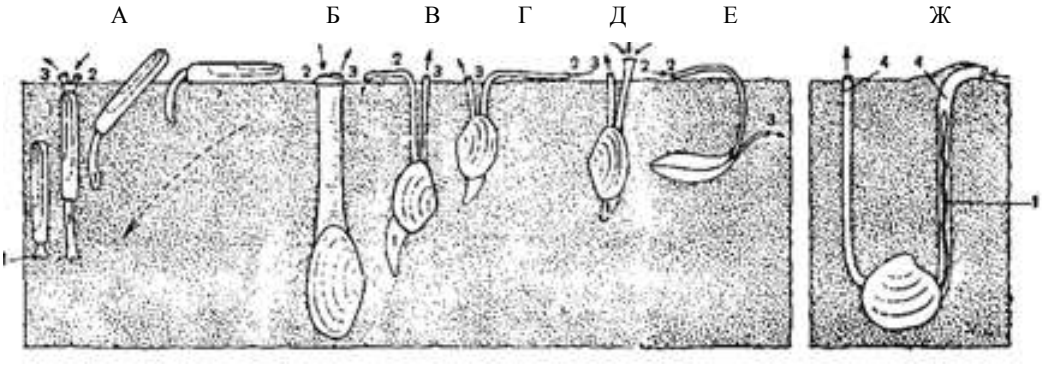


Рисунок 1 –Двустворчатые моллюски, глубоко закапывающиеся в грунт (схема): А – морской черенок солен, стадии закапывания; Б – мия; В – скробикулярия; Г – теллина; Д – донакс; Е – макома; Ж – тиазира: 1 – нога; 2 – вводной сифон; 3 – выводной сифон; 4 – трубчатый ход, выстланный слизью (стрелки показывают направление тока воды) [1]

Термин «клемы» (clams, англ.) используют для названия большинства съедобных двустворчатых моллюсков, кроме мидий и устриц. Мясо моллюсков очень нежное с легким сливочным вкусом, напоминает по консистенции мясо мидий, но сочнее.

В Черном море более 200 видов моллюсков [2, 3], из них двустворчатые моллюски являются второй по разнообразию группой. Моллюски населяют всю кислородную зону, от супралиторали (рр. *Donacilla, Donax, Mytilaster* и др. [4-6]) до границ сероводородной зоны (*Modiola* и др. [5]), все виды мягких и твердых субстратов, имеющихся в море.

В последние десятилетия в Азово-Черноморском бассейне появился ряд стихийных аутоакклиматизантов, которые смогли создать здесь устойчивые популяции. К ним относятся представители двустворчатых моллюсков – анадара *Anadara кagoshimensis* (Tokunaga, 1906) (сем. *Arcidae*) и *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758) (сем. *Myidae*). Эти виды являются перспективными объектами промысла и представляют большой интерес для аквакультуры [7].

В разных районах мира отмечается снижение запасов многих ценных видов гидробионтов в связи с интенсивным бесконтрольным промыслом или ухудшением условий обитания [8]. Поэтому в ряде стран ведутся работы по восстановлению запасов промысловых моллюсков, переселению их в благополучные районы, совершенствуются способы их разведения. Согласно статистическим данным ФАО, более половины добываемых двустворчатых моллюсков выращивают на предприятиях аквакультуры [9].

Для решения задач по добыче и разведению клем необходимы комплексные эколого-физиологические исследования особенностей размножения и раннего развития отдельных видов моллюсков в определенных условиях обитания. Важно изучить особенности функционирования половых желез у моллюсков в течение годового репродуктивного цикла каждого видов, методы стимулирования созревания производителей, оценки физиологического состояния, толерантности ранних стадий к важнейшим параметрам среды, а также особенности выращивания до товарных размеров.

Цель исследования – проанализировать и обобщить материалы по биологии клем и их разведению.

Материалы и методы исследования. В основе исследования – комплексный междисциплинарный субъектно-ориентированный подход, включающий концепцию устойчивого развития (sustainable development), методы системного и статистического анализа и объединяющий результаты поисковых разработок в области аквакультуры, биологии, технологии пищевых продуктов и др. Представлен анализ отечественного и зарубежного опыта добычи, культивирования и получения посадочного материала двустворчатых закапывающихся моллюсков (клем), особое внимание уделено наиболее многочисленным в настоящее время представителям малакофауны Азово-Черноморского бассейна – аутоакклиматизантам мие и анадаре.

Результаты исследования и их обсуждение. К двустворчатым клемам относится большое количество разных «…видов съедобных и вкусных моллюсков из разных семейств. Клемы отличаются обычно хорошим темпом роста и высоким качеством мяса. Их культивируют в Западной Европе, Америке, в Юго-Восточной Азии» [9–11]. Для жителей этих регионов моллюски являются традиционным продуктом питания.

В основном их культивируют на грунте, на окультуренных участках, т.н. «парках», засевая их спатом – молодью моллюсков. Используют также и методы подвесных способов культивирования, например, выращивания в садках и на плотах. Молодь клем собирают на природных банках или культивируют отдельно в питомниках, затем переносят в садки или на участки дна, очищенные от хищников, водорослей и корневищ морских трав.

В США, Великобритании и Франции разводят мерценарию *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758) (сем. Veneridae), которая достигает 10–12 см в длину. Обитает она в основном на песчаных грунтах.

Мию (*M. arenaria*) – песчаную ракушку, выращивают в США, странах Северной Европы. В странах Юго-Восточной Азии выращивают *Anadara granosa, A. subcrenata* и многих других моллюсков: *Atrina japonica, Fulvia mutica, Meretrix lusoria Sinonovacula constricta* и др. Моллюски, как правило, собирают в местах естественного обитания и пересаживают в более благоприятные места районы культивирования. В Японии выращивают тапеса *Ruditapes philippinarum* (=*Tapes semidecussata*), в Австралии, Новой Зеландии и Венесуэле – перну *Perna perna* с использованием коллекторов и субстратов.

В государствах Западной Европы добывают и выращивают кардиум, или съедобную сердцевидку *Cerastoderma edule* (сем. Cardiidae). Молодь моллюска собирают в естественных условиях и переносят на заранее подготовленные участки дна, где кардиумы растут до промысловых размеров [10, 11].

В Европе ведущим производителем клем является Италия; в этой стране потребление кардиумов самое высокое в Европе и составляет более 50 % от общего вылова. Более того, внутреннее потребление увеличивается, о чем сообщает International Seafood (Интернешнл Сифуд).

В 2015 г. (по официальным статистическим данным) в Италии было произведено около 85 тыс. тонн клем, а именно *Ruditapes decussates, Ruditapes philippinarum, Venerupis pullastra* и *Chamelea* (=*Venus*) *gallina*. Объём производства клем в стране растет и пока не удовлетворяет растущий спрос на итальянском рынке.

Италия является единственной европейской страной, которая входит в список ведущих мировых производителей клем, уступая Китаю, США и еще пяти азиатским странам. В Испании потребление клемов почти такое же, как в Италии. Клемы также добываются и потребляются в Португалии и Франции. В этих странах отмечается удивительная способность моллюсков родов *Ruditapes* и *Venerupis* (сем. Veneridae) быстро восстанавливать свою численность, несмотря на высокие показатели ежегодной добычи. Восстановление их запасов происходит уже на следующий год.

По данным ФАО в 2018 г. в мире было выращено 4139,2 тыс. тонн *Ruditapes philippinarum*. В последние годы ежегодно на предприятиях аквакультуры мира выращивают более 17500 тыс. тонн моллюсков [11].

При анализе зарубежного опыта культивирования моллюсков выявлено, что при всем разнообразии способов, наиболее распространенным является способ выращивания клем в литоральных зонах, на грунте, в специально подготовленных морских участках – «парках», очищенных от водорослей и защищенных от хищников сетками. Таким же способом в Португалии, Египете, Испании выращивают моллюсков *Venerupis pullastra* (Montagu, 1803) и *V. corrugata* (=*V. senegalensis*) (Gmelin, 1791).

Venerupis pullastra – закапывающийся в песок и илистый грунт двустворчатый моллюск, фильтрующий воду через сифоны (входной и выводной), улавливая с их помощью органические вещества (детрит) и фитопланктон в качестве пищи. Жабры представляют собой две пары пластинок, состоящих из нитей. Моллюски обитают на песчаных пляжах риас (затопленных речных долинах). *V. pullastra* может закапываться в песок, гравий или илистое дно, от отметки отлива до глубин 40 м. Моллюск раздельнополый, хотя встречаются и гермафродиты. Оплодотворение внешнее. Размножение происходит в летний период. Разводят его и в питомниках. Весной моллюсков можно искусственно подготовить к нересту (провести кондиционирование) с помощью подогрева воды и обильного питания [12].

Производственный цикл достаточно прост. Весной фермеры собирают спат в своих собственных парках (на огороженных от хищников участках дна в литоральной зоне) или в естественных популяциях моллюсков. Спат собирают с песком с помощью маленькой лопатки, пропускают через сито, чтобы отделить моллюсков от песка, и высевают на свои «парки» для выращивания плотностью около 800 моллюсков / 1 м^2 (рис. 2).

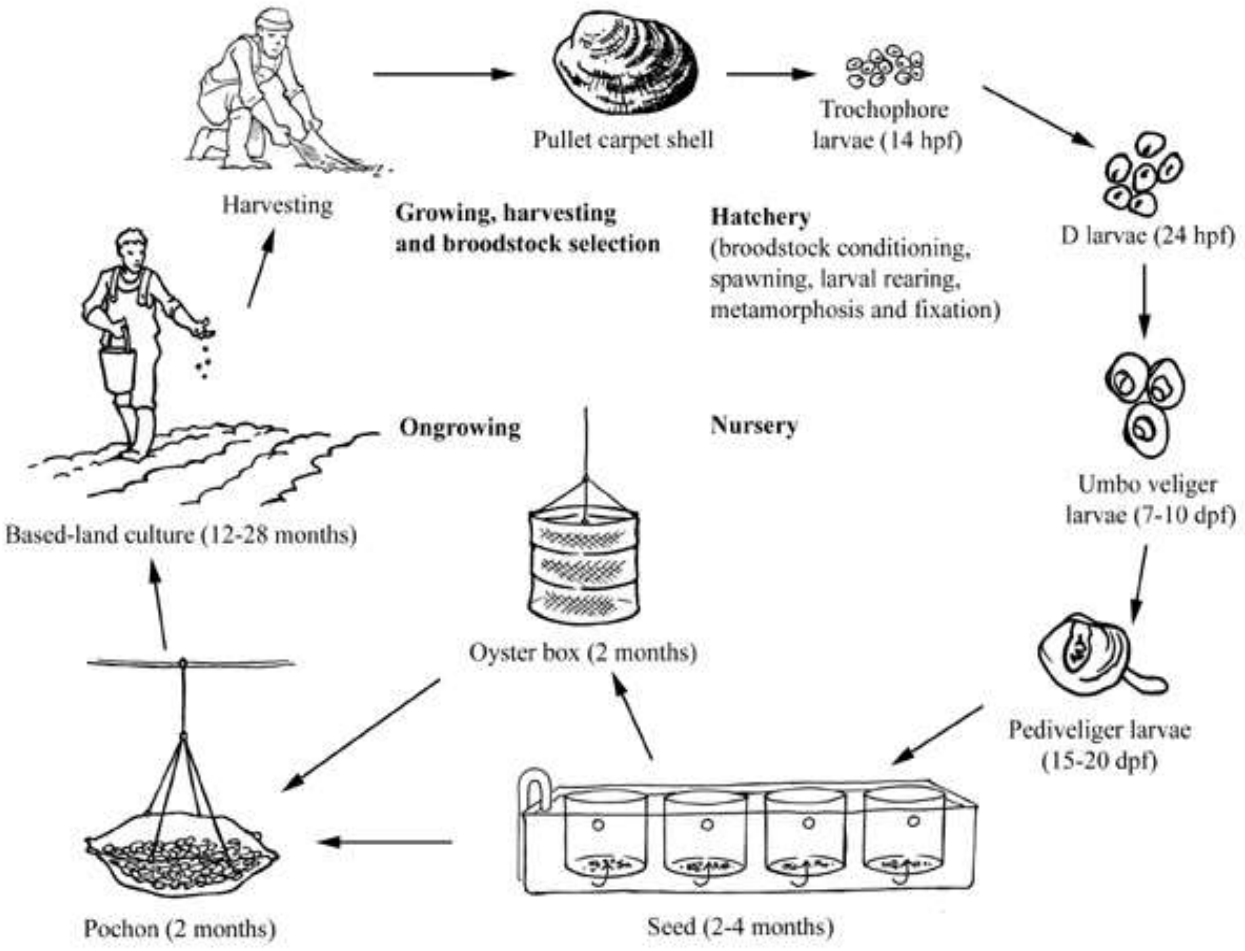


Рисунок 2 – Схема культивирования закапывающегося моллюска на примере *Venerupis pullastra* [12]

Посадочный материал также можно приобрести в питомниках, где селекционеры выращивают спат размером не менее 40 мкм в течение 30–40 дней при температуре 20 °С. Для этого половозрелых моллюсков (производителей) кормят одноклеточными водорослями до начала индукции созревания гамет. Созревание гамет можно ускорить температурной стимуляцией, повышением температуры с 10 до 26 °С, выдерживанием производителей при этой температуре в течение 30 минут, а затем снижением до 15 °С в течение нескольких минут; затем цикл повышения температуры до 26 °С и её повторного понижения повторяется до тех пор, пока гаметы не будут выметаны.

Добавление гомогената половой железы самца в емкость с самками также может ускорять процесс вымета яиц. Оплодотворенные яйца переносят в 10-литровую емкость, где через 48 часов появляются личинки велигеры. Личинок переносят в садки, установленные в проточных бассейнах, и выращивают при плотности 3000 экз./л. Их кормят одноклеточными водорослями каждый день в течение первой недели, а затем каждый второй день до завершения метаморфоза.

Моллюсков можно также выращивать в питомниках с контролируемым питанием одноклеточными водорослями или в сетчатых контейнерах. Альтернативой является перекачка экологически чистой воды во внутренние резервуары, где моллюски помещаются в цилиндрические контейнеры диаметром около 50 см и длиной 20 см с дном из жесткой сетки (см. рис. 2).

Полученный спат используется для засева парков. Большинство моллюсков погружаются в субстрат в течение часа после посева, закапывание в грунт снижает уровень дефектов развития раковины. Моллюсков можно размещать либо на грунте без какого-либо контроля, кроме периодической очистки, либо в конструкциях, таких как сетки, которые могут свести к минимуму воздействие хищников, но несколько увеличить расходы на содержание.

Основное внимание в США уделяют культивированию моллюска *M. mercenaria*, обитающего в водах с различной соленостью на глубинах до 15 м. Мерценария чаще встречается на песчаных грунтах и грунтах с битыми створками моллюсков, достигая в длину до 10–12 см.

На морских фермах ученые не ориентируются только на выращивании молоди мерценарии, собранной в естественных условиях; они проводят многочисленные исследования по искусственному ее разведению. Производственные системы, используемые для культивирования мерценарий, могу быть интенсивными (включающие инкубацию, выращивание и кормление) и экстенсивными (с подкармливанием). Спат (личинки) мерценарий выращиваются на питомниках (в инкубаториях). Общая схема представлена на рисунке 3 [13].

Производственный цикл начинается с кондиционирования (подготовки) взрослых организмов с хорошо развитыми гонадами. Подготовка производителей основана на ряде методов. Для раннего нереста взрослых особей можно кондиционировать в питомнике, повысив температуру воды и добавляя им достаточное количество одноклеточных водорослей в качестве корма. Подготовка занимает от четырех до десяти недель в зависимости от физиологического состояния репродуктивной системы производителей перед кондиционированием. Моллюсков также можно размещать в местах с высокой растительностью, чтобы они были естественным образом подготовлены и нерестились позже, в сезон.

Для получения посадочного материала половозрелых моллюсков размещают в специальных контейнерах с проточной, отфильтрованной водой и песчаным дном. Обычно после кондиционирования взрослых особей массово выводят на нерест, помещая их в ванну с морской водой, температуру которой можно регулировать. Половые продукты у мерценарии созревают при температуре 23–30 °С. Сперматозоиды, микроводоросли, или серотонин можно использовать в качестве стимуляции для высвобождения гамет. Их выброс

стимулируется резким изменением температуры или добавлением спермы самцов в сосуды с самками.

Оплодотворенные яйца удерживают сетчатой тканью, а затем их подсчитывают и распределяют по резервуарам для развития. С появлением личинок в воду вносят кормовые одноклеточные водоросли. Личинок содержат отдельно от взрослых моллюсков в стеклянных или пластмассовых аквариумах. Через два дня личинки достигают стадии велигера, их удаляют из аквариума, рассаживают в разные емкости и кормят одноклеточными водорослями. Этот процесс повторяется в течение 7–14 дней до пересадки в системы оседания. Моллюсков извлекают из резервуаров для личинок и помещают в контейнеры с сетчатым дном, в которые вода с одноклеточными водорослями поступает сверху, или помещают непосредственно в каналы и снабжают небольшим протоком воды (рис. 3). Моллюски остаются в системах оседания или с ограниченным протоком в течение одной-двух недель. Затем моллюсков помещают в контейнеры с сетчатым дном, при этом вода течет вверх через спат (апвеллинг).

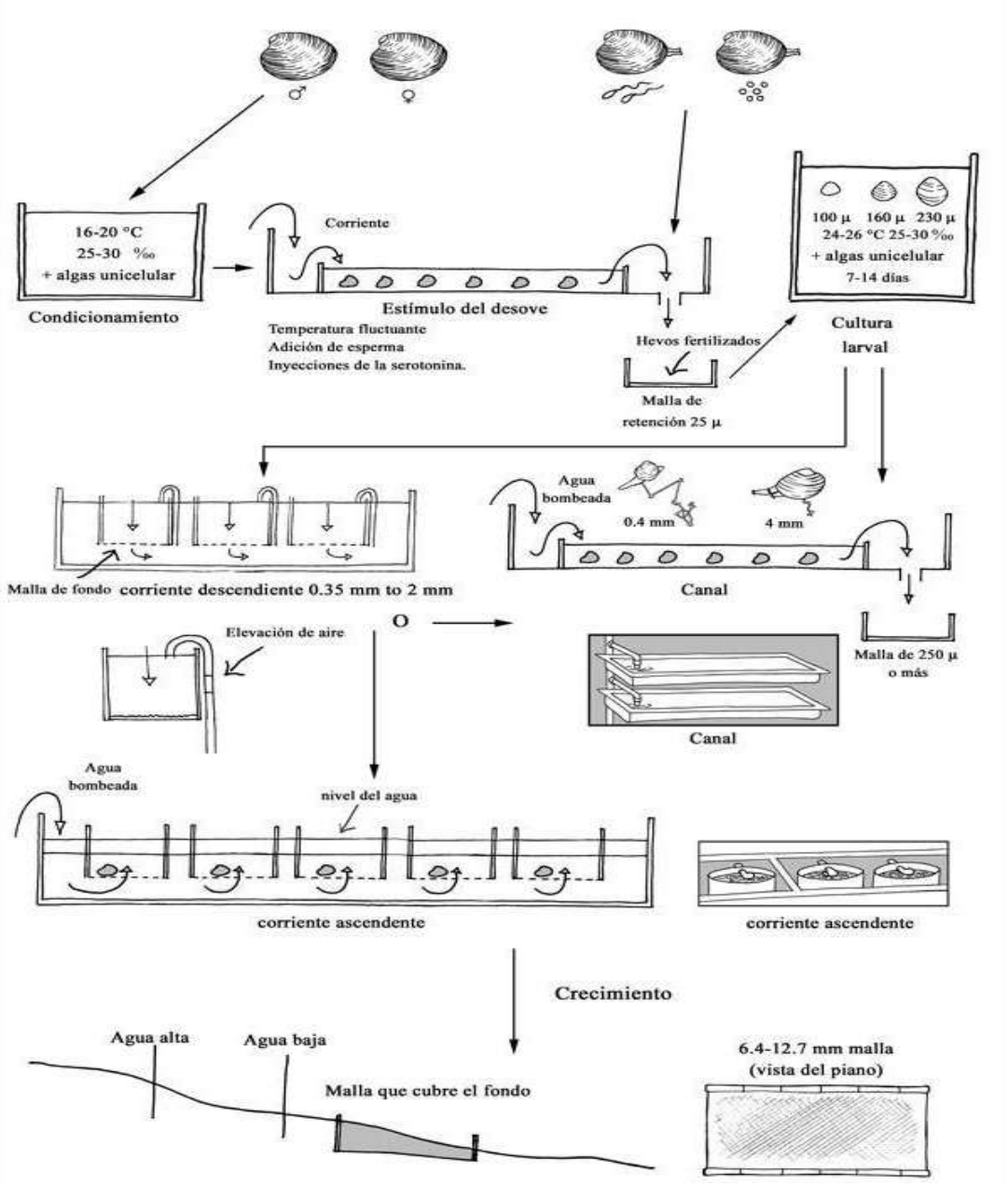


Рисунок 3 – Схема культивирования *Mercenaria mercenaria* [13]

Молодь, достигшую 1–2 мм, размещают по 100–300 шт. в круглых лотках диаметром 20 см и высотой 5 см. Сверху лотки закрывают сетчатыми крышками и выставляют в море. Крышки препятствуют проникновению хищников в лотки и вымыванию молоди течениями. В таких устройствах моллюски находятся до тех пор, пока не вырастут до 1,0–1,5 см. Затем молодь переносят на песчаные гряды (банки). Сверху моллюсков прикрывают сетчатыми корзинами, и они растут в естественных условиях до промысловых размеров. С одного гектара мерценариевых хозяйств получают до 2,5 млн шт. товарных моллюсков.

Моллюски могут оставаться в апвеллинговых системах до тех пор, пока не достигнут высоты 2–5 мм, а затем распределяются по желобам, сетчатым мешкам на грунте или содержатся в апвеллинговых системах, где вырастают до размеров, пригодных для посева (8–15 мм).

Молодь высевают на парках в мелководных приливных субтропических зонах. Участки покрывают пластиковой сеткой (ячея 6,4 или 12,7 мм) для защиты от хищников. В некоторых местах моллюски помещают в сетчатые мешки, которые укладывают на участках. Уход за участками включает регулярные осмотры (по крайней мере, еженедельно) для проверки сетки на предмет возможных повреждений и удаления прикрепившихся организмов – хищников и обрастаний. Моллюски достигают промысловых размеров через 1–1,5 года в южных водах и через 2–4 года в более северных районах.

Наибольшим спросом пользуются молодые мерценарии, что весьма целесообразно с экономической точки зрения, так как позволяет сократить сроки выращивания, повысить выход продукции с единицы площади в результате увеличения оборота морских ферм.

На Японских островах выращивают *R. philippinarum*. Для этого подходящие участки дна в прибрежных районах освобождают от хищников и огораживают бамбуковыми решетками или сетками. Молодь высевают на грунт, прикрывая сверху песком или гравием, через 1–2 года моллюски вырастают до промысловых размеров.

В Южной Корее на мелководных участках дна, огражденных сетями, культивируется моллюск *Meretrix lusorina* (Röding, 1798).

В Австралии и Новой Зеландии выращивают съедобных двустворчатых моллюсков из рода *Perna*. За 18 месяцев культивирования моллюски вырастают до 10 см. Успешным было применение подвесной технологии выращивания *P. perna* в Венесуэле. В качестве коллекторов для осаждения личинок используют палки, обтянутые сеткой из вискозного шелка. Коллекторы длиной 4,5–6,5 м по 200–300 шт. прикрепляют к плотам площадью 30–35 м^2. Моллюски вырастают до товарных размеров за 8–10 месяцев. С каждого коллектора снимают по 50–80 кг моллюсков. На морских фермах с каждого гектара можно получать 1–2 тыс. т клем [9, 10].

Перспективы для выращивания клем имеются и в нашей стране. Сердцевидка, хамелия, донаксы, мия и другие виды являются съедобными моллюсками и многочисленны в Азово-Черноморском бассейне. В некоторых районах песчаная ракушка *M. arenaria* образует скопления, где ее биомасса превышает 10 кг/м^2. Мия также может быть перспективным объектом для черноморской аквакультуры. Этот вид широко распространен в прибрежных и литоральных зонах, предпочитая мягкие субстраты в бореальных водах, и часто является доминирующим видом в бентических сообществах. Обычен в прибрежной зоне северных и дальневосточных морей, а также у берегов Европы и Америки. Встречается в дальневосточных и европейских морях России, в Баренцевом, Белом и Балтийском морях [14, 15]. В Черном море вид был впервые обнаружен на побережье Одесского залива в штормовых выбросах в 1966 г. [16]. По-видимому, особи были случайно завезены из Северного моря или атлантического побережья Северной Америки [17]. В конце 60-х гг. *M. arenaria* попала в Азовское море [18]. За три десятилетия она распространилась практически по всему Азово-Черноморскому бассейну и, предпочитая песчаные грунты, образовала обширные самостоятельные биоценозы на глубинах от 0 до 26 м. На отдельных участках

плотность поселения составляла 1300 экз./м^2, биомасса – 4,2–5 кг/м^2 [19, 20]. Первые находки *M. arenaria* в Средиземном море датируются 1976 г. [21].

Мия в основном встречается в верхней зоне приливов в заливах и эстуариях, но также ее находят в зонах низких приливов и мелководий сублиторали, а иногда и в более глубоководных районах. Взрослые особи могут переносить снижение солености до 10 ‰ и температуру от минус 2 до 28 °С и могут выживать в бескислородной среде до 8 дней.

Мия имеет сравнительно тонкостенную раковину, закругленную на переднем и притупленную на заднем конце. Замок на раковине почти отсутствует. Вместо него на створках имеется сильно развитый внутренний лигамент и более слабый наружный [22], изредка на каждой створке имеется по одному зубовидному выросту.

Мантийные лепестки мягкой части тела тесно сращены между собой оставляя пространства лишь для функционирования ноги. В то же время «…входной и выводной сифоны сильно развиты (лучше, чем у других двустворок) и представляют собой две утолщенные сросшихся между собой трубки, которые даже при максимальном сокращении не убираются в полость раковины (рис 4). Когда сифон вытягивается, то его длина становится в 4–5 раз больше длины раковины» [23]. Таким образом, у крупных экземпляров мии длина сифонов может достигать 0,4–0,5 м, т.е. на такую максимальную глубину песчаная ракушка может закапываться в грунт. На поверхности дна можно увидеть кончик утолщенного сифона с двумя отверстиями.

Рисунок 4 – *Mya arenaria* Linnaeus, 1758 (Фото Троян В.О.)

Мия является типичным фильтратом, извлекая из воды взвешенные в ней пищевые частицы и кислород путем прогонки воды через сифон. «Расправление сифонов осуществляется не под давлением гемолимфы, как у митилид, а под давлением воды, находящейся в мантийной полости. Поступающая в нее вода засасывается через вводной сифон и за счет работы ресничек эпителия омывает жабры (ктенидии), снабжая их кислородом» [1]. Затем вода, насыщенная продуктами жизнедеятельности моллюска, выводится в окружающую среду через выводной сифон.

M. arenaria питается микроскопическим планктоном (жгутиконосцами, диатомовыми водорослями и бактериями) и органическим детритом, который моллюск отфильтровывает из воды. Крупная взрослая особь может профильтровать более 50 л воды в день.

Мия раздельнопола, хотя изредка наблюдаются случаи гермафродитизма [24]. Соотношение самцов и самок близко 1:1. Исследование ирландских ученых показало некоторое преобладание самцов (в соотношении самцов и самок – 1,15 : 1) в популяции мии из залива Банноу (Ирландия) [25], а в проливе Лонг-Айленде (США) обнаружено небольшое, но заметное смещение этого соотношения в сторону самок [26], что, по-видимому, связано с особенностями условий обитания.

У *M. arenaria* «…парные гонады расположены в спинной части висцерального мешка у ноги и среди дивертикул пищеварительной железы. Ацинусы гонад соединяются в выводном отверстии, открывающимся в мантийную полость. Зрелые яйца и сперма, попадая в мантийную полость, током воды через выводной сифон выносятся наружу в толщу морской воды, где и происходит оплодотворение, эмбриогенез и личиночное развитие» [1].

Размножение мии в Черном море начинается в конце мая, пик массового нереста приходится на июнь – июль, завершение размножения – в августе – начале сентября [27].

На восточных побережьях Северной Америки *M. arenaria* обычно начинает нерест в мае или июне, и затем нерест может продолжиться в течение двух-трех месяцев. Большая часть европейских популяций мии нерестится один раз в год [27–30], в некоторых районах отмечены два периода нереста, происходящие весной и осенью [23, 25], например, в Ослофьорде (Норвегия), и у южного побережья Англии нерест наблюдался два раза в год [31, 32]. *M. arenaria*, обитающая в Ирландии, нерестится один, иногда два раза в год, весной или летом при температуре 10–15 °С, но после холодных зим может пропускать нерест [25].

Условия окружающей среды, такие как температура воды, доступность пищи и наличие загрязнения, влияют на гаметогенез и нерест *M. arenaria* [25, 33].

Плодовитость самок зависит от размеров [34]. Самка может произвести до миллиона или более планктонных икринок за один нерест [35]. При этом количество икринок, производимых одной самкой, экспоненциально возрастает с увеличением размера самки. [36]. Моллюск с раковиной длиной 3 см может произвести только около 1300 икринок за период нереста, тогда как моллюск длиной 5 см – 9300 яиц, а моллюск длиной 10 см – 85100 яиц. Таким образом, более крупные моллюски непропорционально важны для поддержания уровня популяции.

В Чесапикском заливе (США) моллюски с мягкими панцирем обычно нерестятся дважды в год; один раз в середине-конце осени и один раз поздней весной. Фактическая продолжительность нереста зависит от температуры воды, поскольку моллюски могут выбрасывать яйца только в воде с температурой 10–20 °С, а наиболее эффективно – при температуре 12–15 °С [37]. Оптимальные температуры наблюдаются только в течение нескольких недель в году, и, если продолжительность существования этих условий слишком мала, моллюски могут вообще не нереститься. Такая ситуация чаще всего случается весной.

Во время нереста как яйцеклетки, так и сперматозоиды выделяются наружу. Было обнаружено, что вероятность успешного внешнего оплодотворения у донных беспозвоночных резко снижается как с разбавлением сперматозоидов, так и с возрастом сперматозоидов. Оба этих фактора увеличивались с увеличением расстояния между нерестящимися взрослыми особями, поэтому более высокая плотность взрослых особей приводила к более высокому успеху оплодотворения. По всей видимости, это означает, что районы с высокой плотностью популяции взрослых особей вносят непропорционально большой вклад в производство личинок [38].

Зрелые яйца мии сферической формы, диаметром 68–73 мкм, в среднем 70,5 мкм [39]. Трохофора образуется через 1–1,5 суток. Личинки на стадии прямого замка (D – личинки) имеют размеры (мкм): L – 86, H – 71. Ранее аналогичные цифры приводил для мии, обитающей в датских водах, Йоргансен (1946, цит. по [38]). В Черном море зарегистрированы практически такие же результаты: зрелые яйца 68–70 мкм, трохофора 68–80 мкм, наиболее крупные D – личинки – 97–104 мкм, по длине замкового края 68–74 мкм [27]. Весь личиночный период до стадии оседания заметно варьирует во времени и протекает от 10 до 35 суток.

В Чесапикского заливе (США) размер яиц варьирует примерно от 42 до 73 мкм в диаметре. В течение суток из яйца развивается личинка трохофора, а еще через несколько дней − личинка велигер. Велигер превращается в ювенильного моллюска при длине

раковины примерно 200−300 мкм, примерно за одну-три недели [39], в зависимости от температуры [40]. «Стадия велигера характеризуется наличием велума − образования, напоминающего покрытые ресничками лопасти. Личинки ведут планктонный образ жизни на протяжении 2−5 недель, редко 6, дрейфуя в планктоне, прежде чем осесть на дно в виде крошечных моллюсков длиной около 0,2 мм» [40]. Оседание происходит перед началом метаморфоза, поселившиеся на дне моллюски проводят 2−5 недель, ползая и плавая, иногда прикрепляясь к камням или другим предметам, прежде чем зарыться в осадок, оседают на дно и перемещается по дну при помощи ноги, формирующейся перед оседанием. После завершения метаморфоза молодь начинает закапываться в грунт. «Первоначальное место закапывания не изменяется на протяжении всей жизни. Молодые моллюски могут всё же поменять его в случае, если их тревожат, могут зарыться обратно, но моллюски постарше, чья ножка намного меньше по сравнению с размером моллюска, повторно закапаться уже не могут. Взрослые особи из-за своих больших размеров больше не перемещаются и ведут полностью сидячий образ жизни» [40].

Половой зрелости *M. arenaria* достигает в 1–4 года при длине 2–5 см. Обычно она живет до 10−12 лет, при этом максимальная зарегистрированная продолжительность жизни составляет 28 лет [10]. Длина ее раковины может достигать 13−15 см. Окраска раковины варьирует от грязно-белой до желтоватой.

Личинки и молодь этого моллюска являются кормом планктоноядных и бентосных рыб, а высокая скорость размножения, быстрый рост, легкая приспособляемость к новым условиям делают мию удобным объектом для промышленного выращивания [22].

Темп роста мии достаточно высок и сопоставим с таковым естественных популяций мидии. По данным А. И. Иванова [14] длина раковины годовиков составляет около 20 мм, 2-годовиков – до 40 мм (20–40 мм), 3-годовиков – около 50–60 мм, 4-годовиков – 76–82 мм. Приведенные данные по росту мии весьма близки к таковым мидии, полученных этим автором на мидии северо-западной части Черного моря.

Выход мяса у мии, учитывая тонкостенную створку и утолщенные мясистые сифоны, выше, чем у мидий, и составляет 35−45 % от общей (живой) массы моллюска [22]. Как уже было отмечено выше, мия, попавшая в Черное море в середине 60-х гг., быстро распространилась по всему западному шельфу. Кроме того, значительные запасы ее были обнаружены в конце 70-х гг. в Азовском море, что свидетельствует о преимущественной приуроченности этого вида к опресненным районам, с повышенной динамикой вод [22].

В первые годы после вселения *M. arenaria* в Черное море ее биомасса достигала 16−17 кг/га*м^2 (фаза взрыва численности). По данным бентосной съемки, проведенной АзЧерНИРО в 1977 г., ее биомасса в северо-западной части составляла 220 тыс. тонн на площади 8 тыс. км^2. Однако затем под влиянием гипоксии и других местных условий численность биомассы популяции массы мии резко сократилась, и лишь на отдельных участках она остается достаточно высокой 6−8 кг м^2 [17].

В ряде стран мия является ценным пищевым продуктом, а в США считается деликатесным блюдом и пользуется широким спросом у населения. Стоимость ее на мировом рынке почти такая же, как и устриц и соответственно значительно выше, чем у мидий (Fish production…, 1998). В связи с этим, в ряде стран мия является важным объектом марикультуры [41]. В частности, этот вид успешно культивируется в донном варианте – на грунте. С этой целью на плотных грунтах раскладываются битый камень и галька слоем 3–8 см, являющиеся своеобразным субстратом для оседания спата мии (Castagna, 1970, цит. по [41]). В то же время мию можно выращивать подвесным способом в толще воды.

Взрослая мия, будучи типичным организмом инфауны, в молодом (ювинальном) возрасте обладает биссусной железой, выделяющей прочный биссус, способна прикрепляться к твердому субстрату [39]. Обнаружено, что в Черном море спат мии регулярно оседает на различные предметы (металлические буи, бревна, плоты и др.),

используемые для культивирования мидий. В условиях комплексного рационального использования биоресурсов шельфа, а также принимая во внимание высокую ценность мяса мии, она может быть перспективным объектом культивирования в Черном море.

Сотрудником ОдоЮгНИРО Ю.П. Беганем [27] были проведены исследования по получению личинок *M. arenaria* и их выращиванию в Тендровском заливе. Им было показано, что оседание личинок мии начинается в июне и достигает максимума в середине августа – 400 экз/м^2.

Мия в искусственных условиях успешно подвергается индукции нереста [27, 39], что позволяет осуществлять массовое получение личинок и спата в искусственных условиях.

Исследования биохимического и микроэлементного состава мии показали, что по содержанию белков и сумме минеральных веществ она превосходит мидий и устриц, по аминокислотному составу сходна, а по содержанию липидов и стеринов несколько уступает последним. Это позволяет характеризовать моллюск как объект чрезвычайно перспективный для изготовления пищевых, кормовых продуктов и производства биологически активных добавок.

Таким образом, приведенные данные позволяют считать *M. arenaria* одним из реальных и перспективных объектов марикультуры в Азово-Черноморском бассейне.

M. arenaria в настоящее время занимает широкий географический ареал в северном полушарии, на восточном и западном побережьях Северной Америки, где она коммерчески важна для рыболовства и аквакультуры [25]. Только «…в 2008 г. Национальная служба морского рыболовства США сообщил о вылове примерно 1,73 млн кг моллюска на сумму свыше 16 млн евро» [42].

Одним из перспективных объектов для разведения является также *Anadara kagoshimensis* Tokunaga, 1906. Этот вид характерен для побережья морей Юго-Восточной Азии и широко распространен в Индийском и Тихом океанах [43–46]. В Китае, Японии, Малайзии, Таиланде арковые широко используются в качестве объекта марикультуры [43, 45, 46].

В Азово-Черноморском бассейне вид-аутоакклиматизант появился стихийно. В 1969 г. он был обнаружен в Средиземное море [47], в 1981 г. отмечен на шельфе Болгарии и Румынии [48]. Однако согласно данным Н. В. Шадрина [49], «…первое обнаружение анадары в Черном море датируется 1968 г., то есть практически одновременно с таковым в Адриатике. По-видимому, вселение вида могло происходить независимо в разные бассейны и различные участки одного бассейна, пригодные для его обитания. Проникновение анадары в Черное море, а также другие районы средиземноморья, вероятно, произошло путем завоза его личинок с балластными водами морских судов».

Анадара быстро распространилась по всему Черному морю. В Керченском проливе первые находки отмечены в 1986 г. [50]. В настоящее время ее колонизация Азово-Черноморского бассейна (по мнению ряда исследователей) полностью завершена [51]. Предположительно личинки анадары были перенесены с балластными водами из района Филиппинских островов [52]. Теперь это обычный азово-черноморский вид, раковины которого массово встречаются в выбросах на песчаных пляжах у берегов Крыма, «…часто образует самостоятельные биоценозы с высокой плотностью поселений – до 400 экз./м^2 и выше. Аанадара имеет выпуклую толстостенную раковину, достигающую длины 6 см, и, в отличие от многих других моллюсков, красную кровь (гемолимфу). В Черном море достигает 7-летнего возраста» [53]. В западной части Чёрного моря средняя длина и масса моллюсков равны (39,28 ± 0,26) мм и (24,84 ± 0,37) г. У побережья Турции в районе г. Гиресун (Guresun) на глубине 15 м обнаружены особи с максимальными размерами более 85 мм [46]. В своем естественном ареале может достигать длины 12 см. В Черном море максимальная длина раковины около 8 см, а в Азовском море – до 5,2–5,4 см при массе 46 г [53].

В Чёрном море анадара обитает как на песчаном, так и каменистом грунте, встречается в песке с зарослями морских трав на глубинах до 20 м. Эвритермный и эвригалинный

моллюск и, хотя оптимальная соленость для него около 30 ‰, легко переносит опреснение до 10 ‰. Хорошо адаптируется к дефициту кислорода и выживает в условиях гипоксии и аноксии.

К 2014 г. анадара достигла промысловой численности в Азово-Черноморском бассейне и была включена в «Перечень видов водных биоресурсов, в отношении которых осуществляется прибрежное рыболовство» (Приказ Минсельхоза России от 03.04.2013 № 165) (в ред. Приказа Минсельхоза 27.01.2014 № 22), введено Приказом Минсельхоза России от 05.08.2015 № 342).

По данным пресс-службы АзНИИРХ установлен рекомендованный объем добычи двустворчатого моллюска анадары в Азовском море на 2023 г. на уровне 1,5 тыс. тонн. Отмечается, что данный моллюск представляет собой перспективный объект промысла, к которому проявляют интерес рыбодобытчики [54].

Однако следует учитывать, что «…в естественных популяциях анадара характеризуется медленным ростом, скудным пополнением численности за счёт вновь осевших экземпляров и низкой смертностью взрослых особей. В Чёрном море линейный рост составляет в среднем 10 мм в год, размножение в условиях Чёрного моря происходит с июня по сентябрь, так как вид тропический и нуждается в высоких температурах для нереста и развития личинок» [46]. «…Длина раковины не превышает 60 мм, в Керченском проливе до 65 мм. В прибрежных зонах моря и в Севастопольских бухтах, в частности, ее максимальный размер также может достигать 50–55мм» [53]. Средний размер раковины *A. kagoshimensis* в Черном море всего 11–30 мм [55, 56].

Скорость роста является основной целевой функцией в аквакультуре, он характеризует изменения функционального состояния вида под влиянием различных экологических факторов. Без анализа данного показателя невозможно достичь оптимизации условий выращивания гидробионтов на разных стадиях онтогенеза и добиться максимальной реализации биологических функций того или иного вида [53].

В ЮгНИРО (ныне отдел Керченский филиала ВНИРО АзНИИРХ) в 2006 г. были представлены результаты специальных исследований по выращиванию анадары и мии в условиях Азово-Черноморского бассейна. Работами руководил заведующий отделом марикультуры ЮгНИРО, доктор биологических наук А. П. Золотницкий. В ходе работ было установлено, что «…в условиях Азово-Черноморского бассейна перспективным может быть метод сбора анадары с помощью безножевых драг в местах их максимальной концентрации, с последующим «засевом» молоди на специально отведенных участках шельфа в районах, отличающихся оптимальными течениями, с наиболее высокой трофностью вод и хорошей экологией». При выращивание методами подвесной аквакультуры также были получены положительные результаты. Отмечалось хорошее оседание моллюсков на коллекторах и стенках бассейнов и интенсивный рост молоди.

В ноябре 2007 г. на морской ферме в акватории Голубого Залива (мыс Кикинейз, ЮБК) впервые была обнаружена молодь анадары в садках, расположенных в толще воды на глубине 3–4 м от поверхности воды. С этого момента сотрудниками Института биологии южных морей в г. **Севастополе** (ИнБЮМ) были начаты работы по выращиванию анадары в садках. Были «…проведены серии экспериментов с размещением анадары в монокультуре и совместно с тихоокеанскими устрицами *Crassostrea gigas*. Результаты показали, что анадара хорошо растёт при обоих вариантах. К марту 2009 г. крупные особи достигали в длину 31 мм (в среднем (20,1 ± 3,2) мм) и массы 8,3 г (в среднем (1,5 ± 0,79) г). С марта по октябрь 2009 г. также наблюдалась положительная динамика роста» [57].

Оценка динамики роста анадары при выращивании ее в течение 3-х лет позволила определить средние значения длины раковины клем для указанного возрастного интервала. Установлено, что анадара – медленнорастущий моллюск, это следует учитывать при разработке технологии его промышленного выращивания в Чёрном море. По данным А.В. Пирковой [58] «…темп линейного роста анадары, выращиваемой в садках, зависит от

возраста: максимальный прирост отмечен в первый год, к трехлетнему возрасту среднемесячный прирост снижается в два раза. Среднее значение общего веса зависит от возраста и физиологического состояния моллюсков, в течение нерестового периода вес снижается. У анадары с длиной раковины 20 мм за нерестовый период общий вес снизился на 27 %. Доля веса раковины от общего веса составила 51 и 53 %, мягких тканей – 11 и 17 %, межстворчатой жидкости – 38 и 30 % соответственно для 1 и 2-летних моллюсков».

Следовательно, колебания веса мягких тканей анадары и общего веса в значительной степени определяются изменением массы гонад в течение репродуктивного цикла.

Известно, что массовый нерест анадары начинался при температуре воды выше 20 °С [45, 53, 58]. Вариабельность значений общего веса трехлетних моллюсков объясняется разным репродуктивным состоянием особей.

Установлено также, что «…продолжительность развития личинки до стадии трохофоры составляет 6 часов, велигера – 23 часа» [59].

У побережья Северного Кавказа Чёрного моря (вблизи Керченского пролива) созревание гонад и нерест у этого вида происходит в конце августа – начале сентября, при температуре воды выше 20 °С [60].

В наших экспериментах при круглогодичном содержании моллюсков в бассейнах и аквариумах (без грунта) в лаборатории КГМТУ созревание (выброс половых клеток) отмечалось в апреле-мае, средняя масса анадары с марта по апрель увеличилась на 2,3 %. Этот период характеризовался повышенной чувствительностью моллюсков к условиям среды, особенно к содержанию растворенного в воде кислорода.

В связи с тем, что двустворчатый моллюск *A. kagoshimensis* рассматривается в качестве объекта конхиокультуры Чёрного моря, необходимы исследования по разработке эффективных технологий выращивания вида в новых условиях, которые существенно отличаются от условий в нативном ареале. Прежде всего – это отсутствие обширных литоральных зон и более благоприятных температур для зимовки, питания и размножения в разные сезоны года, соответствующих тропическим и субтропическим климатическим поясам. Поэтому изучение зарубежного опыта культивирования, как и особенностей биологии вида, обитающего в разных районах, представляет большой интерес.

В этом плане изучение особенностей адаптационных возможностей родственного вида субтропического вида *Anadara broughtonii* (Schrenck, 1867), обитающего на краю ареала в заливе Петра Великого (Японское море), позволяет расширить представления о способности моллюсков семейства приспосабливаться к разным условиям среды [61]. Автором показано, что широкий сезонный диапазон температуры (от минус 1,85 до 24,80 °С) и продолжительная зима являются причиной специфических адаптаций анадары, обитающей у северной границы ареала.

В заливе Петра Великого «…моллюск заселяет наиболее прогреваемые бухты и заливы, где температура воды достигает величин, необходимых для роста и размножения. Спат и молодь анадары в возрасте до 2-х лет прикрепляется биссусом к твердым субстратам, часто оседает на раковины взрослых особей, на макрофитах (были обнаружены на анфельции на глубине 6–7 м в Амурском заливе)» [60]. Хорошо оседает также и на искусственные субстраты, лучше всего на коллектор из капроновых веревок, где плотность достигает до 311 экз. сеголеток анадары на отрезке в 50 см.

У этого субтропического вида выявлены адаптации к условиям недостатка тепла в виде сокращения срока гаметогенеза и нереста: массовый нерест анадары начинается в третьей декаде июля при температуре придонного слоя не ниже 17 °С и длится до середины августа. В то же время сроки нереста этого вида в Японии наблюдаются в июне-августе при температуре 20–21 °С (Kan-no, Kikuchi, 1962; Noda, 1966) [61]. При охлаждении придонного слоя до 2–4 °С *A. broughtonii* полностью погружается в грунт и в состоянии относительного, возможно анаболического покоя, проводит до 5 месяцев (с ноября по апрель). У японских берегов в более теплых условиях анадара этого вида в анабиоз не впадает и продолжает оставаться объектом промысла.

Весной в начале апреля при прогревании придонного слоя до температуры выше 3 °С у моллюска возобновляется фильтрационная активность. Начальный период гаметогенеза проходит с середины апреля до повышения температуры до 13–16 °С (обычно третья декада мая).

С началом созревания гонад у анадары изменяется поведение, в течение преднерестового периода моллюск находится в самом поверхностном слое грунта, закапываясь на 1/2–1/3 длины раковины. В течение нерестового периода в местах обитания моллюска температура придонного слоя достигает 17–24°С, и в это время моллюски не закапываются в грунт, а находятся практически на его поверхности [61].

Подобное поведение *M. arenaria* в Азовском море наблюдали сотрудники Бердянского отделения АзЮгНИРО во время летних съемок по исследованию водных биоресурсов (зав. лабораторией В.А. Гетманенко), по их наблюдениям этот период совпадал с заморами в некоторых районах моря [20].

С наступлением посленерстового периода поведение анадары залива Петра Великого снова изменяется, моллюск погружается в верхний слой грунта и оставляет над поверхностью задний край раковины, положение характерное для периода интенсивного питания. Этот период длится до конца осени при изменении температуры от 20 до 3 °С, после чего анадара начинает заглубляться в грунт.

Высокая конкурентоспособность и успех освоения *A. kagoshimensis* Азово-Черноморского бассейна во многом определяются особенностями адаптации данного вида к экстремальным условиям обитания (недостатку кислорода, дефициту пищи). Изучению этих адаптаций и их материальных носителей в настоящее время посвящена большая часть работ в области экспериментальной физиологии и биохимии вида [62].

Выводы. Снижение в мире промысловых запасов многих ценных видов гидробионтов, в том числе и закапывающихся моллюсков, в связи с интенсивным промыслом или ухудшением экологических условий, а также рост потребительского спроса на деликатесное мясо, биологически активные добавки и соединения делают все более востребованными работы, связанные с их культивированием. Поэтому в ряде стран ведутся работы по переселению и акклиматизации моллюсков, совершенствуются способы их разведения. В результате более половины добываемых двустворчатых моллюсков выращивают на предприятиях аквакультуры.

Наиболее успешными и совершенными на сегодняшний день являются способы выращивания таких клем как *Anadara granosa, A. subcrenata, Mercenaria mercenaria, Mya arenaria, Ruditapes philippinarum, Meretrix lusorina, Cerastoderma edule, Venerupis pullastra, V. corrugata* и др.

На сегодня клемы-аутоакклимантизанты – *M. arenaria* и *A. kagoshimensis*, являются состоявшимися элементами азово-черноморской экосистемы, усиливают эффективность действия биофильтраторов бентали и считаются перспективными объектами культивирования и промышленного использования.

Список использованной литературы:

1. *Соколов В.Е., Полянский Ю.И., Пастернак Р.К.* Жизнь животных. Беспозвоночные. Том 2 / Под. ред. Л.А. Зенкевича. М.: Просвещение, 1988. 563 с.
2. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 3. Свободноживущие беспозвоночные. Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые / под общим руководством Ф.Д. Мордухай-Болтовского. К.: Наукова думка, 1972. 340 с.
3. *Сон М.О.* Моллюски-вселенцы в пресных и солоноватых водах Северного Причерноморья. Одесса: Друк, 2007. 132 с.
4. Черноморские моллюски: элементы сравнительной и экологической биохимии / Под ред. Г.Е. Шульмана, А.А. Солдатова; Институт биологии южных морей НАН Украины. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. 323 с.

5. *Заика В.Е., Валовая Н.А., Повчун А.С., Ревков Н.К.* Митилиды Чёрного моря. К.: Наукова думка, 1990. 208 с.
6. *Чухчин В.Д.* Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. К.: Наукова думка, 1984. 176 с.
7. *Набоженко В.М.* Современное распределение двустворчатых моллюсков (Mollusca: Bivalvia) северо-восточной части Черного моря // Вестник Южного научного центра РАН. 2011. Т. 7. № 3. С. 79-86.
8. *Ревков Н.К.* Особенности колонизации Черного моря недавним вселенцем – двустворчатым моллюском *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia: Arcidae) // Морской биологический журнал. 2016. Т. 1. № 2. С. 3-17.
9. Fisheries Statistics // Aquaculture Production. Rome. 2004. Vol. 98 (2). 104 p.
10. *Виноградов А.К.* Как пополнить кладовые Нептуна. М.: Агропромиздат, 1987. 191 с.
11. FAO. 2023. Fishery and Aquaculture Statistics – Yearbook 2020. FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics. Rome. DOI: 10.4060/cc7493en.
12. FAO. *Venerupis pullastra*. In Cultured aquatic species fact sheets. CD-ROM. 2009.
13. FAO. *Mercenaria mercenaria.* In Cultured aquatic species fact sheets. CD-ROM. 2009.
14. *Иванов Д.А.* Вселение моллюска *Mya arenaria* L. в Керченский пролив, ее распределение, численность и размерный состав // Экологические проблемы Черного моря. Одесса: ИНВАЦ, 2008. С. 142-147.
15. *Vermeij G. J.* Invasion and extinction: The last three million years of North Sea pelecypod history // Conservation Biology. 1989. Vol. 3 (3). P. 274–281.
16. *Бешевли Л.Е., Калягин В.А.* О находке моллюска *Mya arenaria* L. (Bivalvia) в северо-западной части Черного моря // Вестник зоологии. 1967. № 3. С. 82-84.
17. *Зайцев Ю.П.* Морские гидробиологические исследования национальной академии наук Украины в 90-е годы XX столетия. Шельф и приморские водоемы Черного моря // Гидробиологический журнал. 1998. Т. 34. Вып. 6. С. 3-21.
18. *Савчук М.Я.* Распространение и некоторые особенности биологии двустворчатого моллюска *Mya arenaria* L. на прибрежном мелководье северо-западной части Черного моря и в лиманах // Биология моря. 1986. № 6. С. 40-46.
19. *Гетманенко В.А.* Проникновение скафарки в Азовское море // Рыбное хозяйство. 1996. № 1. С. 51.
20. *Гетманенко В.А., Губанов Е.П.* Мия (*Mya arenaria*) и скафарка (*Scapharca cornea*) – перспективные объекты морской аквакультуры // Современное состояние рыбного хозяйства: проблемы и пути решения: Материалы Международной научно-практической конференции. Херсон: Олди-плюс, 2008. С. 144-147.
21. *Bernard F.R.* Identification of the living Mya (Bivalvia: Myoida) // Venus. 1979. Vol. 38. P. 185-204.
22. *Золотницкий А. П., Сытник А.П.* Характеристика аллометрического роста песчаной ракушки мии (*Mya arenaria* Linnaeus,1758) в южной части Азовского моря // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3. № 3. С. 56-66.
23. *Максимович Н.В.* Особенности экологии и биоэнергетические свойства популяций *Mya arenaria* L. (Bivalvia) в губе Чупа // Вестник Ленинградского государственного университета. Серия 3: Биология. 1978. № 21. С. 28-36.
24. *Munch-Petersen S.* An investigation of a population of the soft clam (*Mya arenaria* L.) in a Danish estuary // Medd. Danm. Fisk. Havunders. N.S. 1973. Vol. 7 (3). P. 47-73.
25. *Cross M.E., Lynch S.A., Whitaker A., O'Riordan R.M., Culloty S.C.* The Reproductive Biology of the Softshell Clam, Mya arenaria, in Ireland, and the Possible Impacts of Climate Variability // Journal of Marine Biology. 2012. Article ID 908163. DOI: 10.1155/2012/908163.
26. *Appeldoorn R.S.* Sex ratio in the soft-shell clam *Mya arenaria //* Nautilus. 1984. Vol. 98. P. 61-63.
27. *Бегань Ю.П.* Размножение и рост мии в Черном море // Биология моря. 1979. № 6. С. 70-72.

28. *Günther C.P.* Dispersal and recruitment of Mya arenaria L. in the Wadden Sea // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 1992. Vol. 159. № 2. P. 203-215.
29. *Möller P., Rosenberg R*. Recruitment, abundance and production of *Mya arenaria* and *Cardium edule* in the shallow marine waters of western Sweden // Ophelia. 1983. Vol. 22. № 1. P. 33-55.
30. *Munk-Petersen S.* Study of the population of soft-bodied clam (Mya arenaria L.) in the Danish estuary // Fiskeridirectorate Skrifter. Havunders Kelser Series. 1973.Vol. 3. P. 47-70.
31. *Brousseau D.* A comparative study of the reproductive cycle of the soft-shell clam, *Mya arenaria* in Long Island Sound // Journal of Shellfish Research. 1987. Vol. 6. № 1. P. 7-16.
32. *Pfitzenmeyer H.T.* Annual cycle of gametogenesis of thesoft-shelled clam, *Mya arenaria*, at Solomons, Maryland // Chesapeake Science. 1965. Vol. 6. № 1. P. 52-59.
33. *Winter W., Gray J.* Biology of *Mya arenaria* (bivalves) in the eutrophic inner Oslofjord // Sarsia. 1985. Vol. 70. № 1. P. 1-9.
34. *Warwick R., Price R.* Macrofauna production in an estuarine mud-flat // *Journal of the Marine Biological Association of the UK.* 1975. Vol. 55. № 1. P. 1-18.
35. *Ropes J., Stickney A.* Reproductive cycle of *Mya arenaria*in New England // Biological Bulletin. 1965. Vol. 128. № 2. P. 315-327.
36. *Brousseau D.J.* Spawning cycle, fecundity, and recruitment in a population of soft-shell clam, *Mya arenaria,* from Cape Ann, Massachusetts // Fish. Bull. 1978. Vol. 76. P. 155–166.
37. *Botton M.L.* Diet and food preference of the adult horseshoe crab *Limulus polyphemus* in Delaware Bay, New Jersey, USA // Mar Biol. 1984. Vol. 81. P. 199-207.
38. *Baker P. K., Mann R. L.* Soft Shell Clam *Mya arenaria* / VIMS Books and Book Chapters. 1991. Vol. 19. URL: https://scholarworks.wm.edu/vimsbooks/19 (дата обращения: 15.11.2023).
39. *Loosanoff V.L., Davis H.C.* Rearing of bivalve mollusks // Advances in Marine Biology._1963. Vol. 1. P. 1-136.
40. *Stickney A.P.* Salinity, temperature, and food requirements of soft sheall clam larvae in laboratory culture // Ecology. 1964. Vol. 45. P. 283-291.
41. *Милн П.Х.* Морские хозяйства в прибрежных водах. М.: Пищевая промышленность, 1978. 198 с.
42. *Weston S. Buttner J. K.* Softshell clam culture: basic biology and general culture considerations // NRAC Publication. 2010. 201 p.
43. *Чихаев А.С., Фроленко Л.Н., Ревков Ю.И.* Новый вселенец в Азовское море // Рыбное хозяйство. 1994. № 3. С. 40.
44. *Жаворонкова А.М., Золотницкий А.П., Сытник Н.А.* О влиянии размера тела и температуры воды на удельную скорость роста анадары – *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) Азово-Черноморского бассейна // Известия КФУ им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2017. Т. 3 (69). № 4. С. 70-81.
45. *Sahin C., Duzgunes E., Okumus I.* Seasonal variations in condition index and gonadal development of the introduced blood cockle *Anadara inaequivalvis* (Brugiere, 1789) in the southern Black Sea coast // Turkish J. Fish. Aquat. Sci. 2006. Vol. 6. P. 155-163.
46. *Sahin C., Emiral H., Okumus I. et al*. The benthic exotic species of the Black Sea: blood cockle (*Anadara inaequivalvis* Brugiere 1789: Bivalve) and rapa whelk (*Rapana thomasiana* Crosse, 1861: Mollusk) // J. Ann. Vet. Advances. 2009. Vol. 8. № 2. P. 240-245.
47. *Ghisotti F. Scapharca* cfr. *cornea* (Reeve), ospite nuova del Mediterraneo // Conchiglie. 1973. Vol. 9. № 3-4. P. 68-70.
48. *Кънева-Абаджиева В., Маринов Т.* Нов вид мида за Черно море *Cunearca cornea* (Reeve) // Природа (Болгария). 1984. Т. 1. С. 63-64.
49. *Шадрин Н.В.* Дальневосточные вселенцы в Черном и Азовском морях: экологические взрывы, их причины, последствия, прогноз // Экология моря. 2000. № 51. С. 72-78.
50. *Золотарев В.Н., Золотарев П.Н.* Двустворчатый моллюск *Cunearca cornea* – новый элемент фауны Черного моря // Доклады Академии наук СССР. 1987. Т. 297. № 2. С. 501-502.

51. *Анистратенко В.В., Халиман И.А.* Двустворчатый моллюск *Anadara inaequivalvis* (Bivalvia, Arcidae) в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна // Вестник зоологии. 2006. Т. 40. № 6. С. 505-511.
52. *Фроленко Л.Н., Двинянинова О.В.* Формирование биоценоза вселенца кунеарки *Cunearca cornea* в Азовское море // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 1998. С. 115-118.
53. *Жаворонкова А.М., Золотницкий А.Ф.* Характеристика аллометрического роста двустворчатого моллюска анадары (*Anadara inaequivalvis)* Керченского пролива // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2014. Вып. 10. С. 128-133.
54. В Азовском море разрешили промысел завезенного из Азии уникального съедобного моллюска. URL: https://bloknot-rostov.ru/news/v-azovskom-more-razreshili-promysel-zavezennogo-iz-1567705 (дата обращения: 15.11.2023).
55. *Золотарёв П.Н., Терентьев А.С.* Изменения в сообществах макробентоса Гудаутской устричной банки // Океанология. 2012. Т. 52. № 2. С. 251-257.
56. *Золотницкий А.П., Михайлов В.В., Сытник Н.А.* Морфологическая характеристика аллометрического роста триплоидов тихоокенской устрицы (*Grassostrea gigas*, Thunberg) в северо-восточной части Черного моря // Вестник КГМТУ. 2022. Вып. 4. С. 41-57.
57. *Вялова О.Ю.* Ростовые, морфометрические и биохимические характеристики анадары *Anadara inaequivalvis* в Черном море (акватория Голубого Залива, ЮБК) // Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2011. С. 189-192.
58. *Пиркова А.В.* Рост двустворчатого моллюска *Anadara inaequivalvis* (Bivalvia) в Черном море при садковом выращивании // Материалы VII Международной конференции «Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона» (Керчь: ЮгНИРО, 20–23 июня 2012 г.). Керчь, 2012. Т. 2. С. 73-78.
59. *Пиркова А.В*. Мейоз, эмбриональное и личиночное развитие *Anadara inaequivalvis* (Bivalvia, Arcidae) из Черного моря // Вестник Зоологии. 2012. Т. 46. № 1. С. 45-50.
60. *Чикина М.В., Колючкина Г.А., Кучерук Н.В.* Аспекты биологии размножения *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière) (Bivalvia, Arcidae) в Черном море // Экология моря. 2003. Вып. 64. С. 72-77.
61. *Олифиренко А.Б.* Условия формирования поселений двустворчатого моллюска *Anadara broughtonii* в заливе Петра Великого (Японское море) // Известия ТИНРО. 2007. Т. 149. С. 122-137.
62. *Ревков Н.К., Щербань С.А*. Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* в Черном море // Экосистемы. 2017. № 9 (39). С. 47-56.

References:

1. Sokolov V.E. , Polyansky Yu.I., Pasternak R.K., Zenkevich L.A. (ed.) *Zhizn' zhivotnyh. Bespozvonochnye. Tom 2* [Animal life. Invertebrates. Vol. 2]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1988, 563 p. (In Russian).
2. Morduhai-Boltovsky F.D. *Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morej. Tom 3. Svobodnozhivushchie bespozvonochnye. Chlenistonogie (krome rakoobraznyh), mollyuski, iglokozhie, shchetinkochelyustnye, hordovye* [Fauna determinant of the Black and Azov Seas. Vol. 3. Free-living invertebrates. Arthropods (except crustaceans), mollusks, echinoderms, bristle-mandibles, chordates]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1972, 340 p. (In Russian).
3. Son M.O. *Mollyuski-vselency v presnyh i solonovatyh vodah Severnogo Prichernomor'ya* [Invading mollusks in fresh and brackish waters of the Northern Black Sea region]. Odessa, Druk Publ., 2007, 132 p. (In Russian).
4. Shulman G.E. , Soldatov A.A. (eds.) *Chernomorskie mollyuski: elementy sravnitel'noj i ekologicheskoj biohimii* [Black Sea mollusks: elements of comparative and ecological biochemistry]. Sevastopol', EKOSI-Gidrofizika Publ., 2014, 323 p. (In Russian).

5. Zaika V. E., Valovaya N. A., Povchun A. S., Revkov N. K. *Mitilidy Chyornogo morya* [Mytilids of the Black Sea]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1990, 208 p. (In Russian).
6. Chuhchin V.D. *Ekologiya bryuhonogih mollyuskov Chernogo morya* [Ecology of gastropods of the Black Sea]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1984, 176 p. (In Russian).
7. Nabozhenko V.M. Sovremennoe raspredelenie dvustvorchatyh mollyuskov (Mollusca: Bivalvia) severo-vostochnoj chasti Chernogo morya [Current distribution of bivalves (Mollusca: Bivalvia) in the northeastern part of the Black Sea]. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo centra RAN* [Bulletin of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2011, vol. 7, no. 3, pp. 79-86. (In Russian).
8. Revkov N.K. Osobennosti kolonizacii Chernogo morya nedavnim vselencem – dvustvorchatym mollyuskom *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia: Arcidae) [Peculiarities of colonization of the Black Sea by a recent invader – the bivalve *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia: Arcidae)]. *Morskoj biologicheskij zhurnal* [Marine Biological Journal], 2016, vol. 1, no. 2, pp. 3-17. (In Russian).
9. Fisheries Statistics. *Aquaculture Production*. Rome, 2004, vol. 98 (2), 104 p. (In English).
10. Vinogradov A.K. *Kak popolnit' kladovye Neptuna* [How to replenish Neptune's pantries]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987, 191 p. (In Russian).
11. FAO. 2023. Fishery and Aquaculture Statistics – Yearbook 2020. FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics. Rome. (In English). DOI:10.4060/cc7493en.
12. FAO. *Venerupis pullastra*. In Cultured aquatic species fact sheets. CD-ROM. 2009. (In English).
13. *FAO*. *Mercenaria mercenaria.* In Cultured aquatic species fact sheets. CD-ROM. 2009. (In English).
14. Ivanov D.A. Vselenie mollyuska *Mya arenaria* L. v Kerchenskij proliv, ee raspredelenie, chislennost' i razmernyj sostav [Introduction of the mollusk *Mya arenaria* L. into the Kerch Strait, its distribution, abundance and size composition]. *Ekologicheskie problemy Chernogo morya* [Environmental problems of the Black Sea], Odessa, INVAC Publ., 2008, pp. 142-147. (In Russian).
15. Vermeij G. J. Invasion and extinction: The last three million years of North Sea pelecypod history. *Conservation Biology*, 1989, vol. 3 (3), pp. 274–281. (In English).
16. Beshevli L.E., Kalyagin V.A. O nahodke mollyuska *Mya arenaria* L.(Bivalvia) v severo-zapadnoj chasti Chernogo morya [About the discovery of the mollusk *Mya arenaria* L. (Bivalvia) in the northwestern part of the Black Sea]. *Vestnik zoologii* [Bulletin of Zoology], 1967, no. 3, pp. 82-84. (In Russian).
17. Zajcev Yu.P. Morskie gidrobiologicheskie issledovaniya nacional'noj akademii nauk Ukrainy v 90-e gody XX stoletiya. Shel'f i primorskie vodoemy Chernogo morya [Marine hydrobiological research of the National Academy of Sciences of Ukraine in the 90s of the twentieth century. Shelf and coastal reservoirs of the Black Sea]. *Gidrobiologicheskiy Zhurnal* [Hydrobiological Journal], 1998, vol. 34 (6), pp. 3-21. (In Russian).
18. Savchuk M.YA. Rasprostranenie i nekotorye osobennosti biologii dvustvorchatogo mollyuska *Mya arenaria* L. na pribrezhnom melkovod'e severo-zapadnoj chasti Chernogo morya i v limanah [Distribution and some features of biology of the bivalve mollusk Mya arenaria L. in the coastal shallow waters of the northwestern part of the Black Sea and in estuaries]. *Biologiya morya* [Marine biology], 1986, no. 6, pp. 40-46. (In Russian).
19. Getmanenko V.A. Proniknovenie skafarki v Azovskoe more [Penetration of skafarka into the Sea of Azov]. *Rybnoe hozyajstvo* [Fisheries], 1996, no. 1, p. 51. (In Russian).
20. Getmanenko V.A., Gubanov E.P. Miya (*Mya arenaria*) i skafarka (*Scapharca cornea*) – perspektivnye ob"ekty morskoj akvakul'tury [Mia (*Mya arenaria*) and scapharca (*Scapharca cornea*) are promising objects for marine aquaculture]. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-practicheskoj konferentsii «Sovremennoe sostoyanie rybnogo hozyajstva: probleiy i puti resheniya»* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “The current state of fisheries: problems and solutions”]. Kherson, Oldi-plyus Publ., 2008, pp. 144-147. (In

Russian).
21. Bernard F.R. Identification of the living *Mya* (Bivalvia: Myoida). *Venus*, 1979, vol. 38, pp. 185-204. (In English).
22. Zolotnitsky A.P., Sytnik A.P. Harakteristika allometricheskogo rosta peschanoj rakushki mii (*Mya arenaria* Linnaeus,1758) v yuzhnoj chasti Azovskogo morya [Characteristics of allometric growth of the sand shell mya (*Mya arenaria* Linnaeus, 1758) in the southern part of the Sea of Azov]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic bioresources and habitat], 2020, vol. 3, no. 3, pp. 56-66. (In Russian).
23. Maksimovich N.V. Osobennosti ekologii i bioenergeticheskie svojstva populyacij *Mya arenaria* L. (Bivalvia) v gube Chupa [Ecological features and bioenergetic properties of *Mya arenaria* L. (Bivalvia) populations in Chupa Bay]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta*. *Seriya 3: Biologiya* [Bulletin of Leningrad State University. Series 3: Biology], 1978, no. 21, pp. 28-36. (In Russian).
24. Munch-Petersen S. An investigation of a population of the soft clam (*Mya arenaria* L.) in a Danish estuary. *Medd. Danm. Fisk. Havunders. N.S.*, 1973, vol. 7 (3), pp. 47-73. (In English).
25. Cross M.E., Lynch S.A., Whitaker A., O'Riordan R.M., Culloty S.C. The Reproductive Biology of the Softshell Clam, *Mya arenaria*, in Ireland, and the Possible Impacts of Climate Variability. *Journal of Marine Biology*, 2012, Article ID 908163. (In English). DOI:10.1155/2012/908163.
26. Appeldoorn R.S. Sex ratio in the soft-shell clam *Mya arenaria*. *Nautilus*, 1984, vol. 98, pp. 61-63. (In English).
27. Began' Yu.P. Razmnozhenie i rost mii v Chernom more [Reproduction and growth of mya in the Black Sea]. *Biologiya morya* [Marine Biology], 1979, no. 6, pp. 70-72. (In Russian).
28. Günther C.P. Dispersal and recruitment of *Mya arenaria* L. in the Wadden Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1992, vol. 159, no. 2, pp. 203-215. (In English).
29. Möller P., Rosenberg R. Recruitment, abundance and production of Mya arenaria and Cardium edule in the shallow marine waters of western Sweden. *Ophelia*, 1983, vol. 22, no. 1, pp. 33-55. (In English).
30. Munk-Petersen S. Study of the population of soft-bodied clam (*Mya arenaria* L.) in the Danish estuary. *Fiskeridirectorate Skrifter. Havunders Kelser Series*, 1973, vol. 3, pp. 47-70. (In English).
31. Brousseau D. A comparative study of the reproductive cycle of the soft-shell clam, *Mya arenaria* in Long Island Sound. *Journal of Shellfish Research*, 1987, vol. 6, no. 1, pp. 7-16. (In English).
32. Pfitzenmeyer H. T. Annual cycle of gametogenesis of thesoft-shelled clam, *Mya arenaria*, at Solomons, Maryland. *Chesapeake Science*, 1965, vol. 6, no. 1, pp. 52-59. (In English).
33. Winter W., Gray J. Biology of *Mya arenaria* (bivalves) in the eutrophic inner Oslofjord. *Sarsia*, 1985, vol. 70, no. 1, pp. 1-9. (In English).
34. Warwick R., Price R. Macrofauna production in an estuarine mud-flat. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 1975, vol. 55, no. 1, pp. 1-18. (In English).
35. Ropes J., Stickney A. Reproductive cycle of *Mya arenariain* New England. *Biological Bulletin*, 1965, vol. 128, no. 2, pp. 315-327. (In English).
36. Brousseau, D.J. Spawning cycle, fecundity, and recruitment in a population of soft-shell clam, Mya arenaria, from Cape Ann, Massachusetts. *Fish Bull*, 1978, vol. 76, pp. 155-166. (In English).
37. Botton M.L. Diet and food preference of the adult horseshoe crab *Limulus polyphemus* in Delaware Bay, New Jersey, USA. *Mar Biol*, 1984, vol. 81, pp. 199-207. (In English).
38. Baker P.K., Mann R.L. Soft Shell Clam *Mya arenaria*. VIMS Books and Book Chapters, 1991, vol. 19. (In English). Available at: https://scholarworks.wm.edu/vimsbooks/19 (дата обращения: 15.11.2023).
39. Loosanoff V.L., Davis H.C. Rearing of bivalve mollusks. *Advances in Marine Biology*, 1963, vol. 1, pp. 1-136. (In English).

40. Stickney A.P. Salinity, temperature, and food requirements of soft sheall clam larvae in laboratory culture. *Ecology,* 1964, vol. 45, pp. 283-291. (In English).
41. Miln P.H. *Morskie hozyajstva v pribrezhnyh vodah* [Marine farms in coastal waters (translation from English)]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1978, 198 p. (In Russian).
42. Weston S. Buttner J. K. Softshell clam culture: basic biology and general culture considerations. *NRAC Publication*, 2010, 201 p. (In English).
43. Chihaev A.S., Frolenko L.N, Revkov Yu.I. Novyj vselenec v Azovskoe more [A new invader in the Sea of Azov]. *Rybnoe hozyajstvo* [Fisheries], 1994, no. 3, P. 40. (In Russian).
44. Zhavoronkova A.M., Zolotnitsky A.P., Sytnik N.A. O vliyanii massy tela i temperatury vody na intensivnost' dyhaniya anadary – *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) Azovo-Chernomorskogo bassejna [On the influence of body size and water temperature on the specific growth rate of *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) of the Azov-Black Sea basin]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Himiya* [News of V. I. Vernadsky KFU. Biology. Chemistry], 2017, vol. 3(69), no. 4, pp. 70-81. (In Russian).
45. Sahin C., Duzgunes E., Okumus I. Seasonal variations in condition index and gonadal development of the introduced blood cockle *Anadara inaequivalvis* (Brugiere, 1789) in the southern Black Sea coast. *Turkish J. Fish. Aquat. Sci.,* 2006, vol. 6, pp. 155-163. (In English).
46. Sahin C., Emiral H., Okumus I. et al. The benthic exotic species of the Black Sea: blood cockle (*Anadara inaequivalvis* Brugiere 1789: Bivalve) and rapa whelk (*Rapana thomasiana* Crosse, 1861: Mollusk). *J. Ann. Vet. Advances*, 2009, vol. 8, no. 2, pp. 240-245. (In English).
47. Ghisotti F. *Scapharca* cfr. *cornea* (Reeve), ospite nuova del Mediterraneo. *Conchiglie*, 1973, vol. 9, no. 3-4, pp. 68-70. (In English).
48. K"neva-Abadzhieva V., Marinov T. Nov vid mida za Cherno more *Cunearca cornea* (Reeve) [A new species of mussel for the Black Sea]. *Priroda (Bolgariya*) [Nature (Bulgaria)], 1984, vol. 1, pp. 63-64. (In Bulgarian).
49. Shadrin N.V. Dal'nevostochnii vselency v Chernom i Azovskom moryah: ekologicheskie vzryvy, ih prichiny, posledstviya, prognoz [Far Eastern invaders in the Black and Azov Seas: environmental explosions, their causes, consequences, forecast]. *Ekologiya morya* [Ecology of the sea], 2000, no. 51, pp. 72-78. (In Russian).
50. Zolotarev V.N., Zolotarev P.N. Dvustvorchatyj mollyusk *Cunearca cornea* – novyj element fauny Chernogo morya [The bivalve mollusc *Cunearca cornea* – a new element of the Black Sea fauna]. *Doklady Akademii nauk SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences], 1987, vol. 297, no. 2, pp. 501-502. (In Russian).
51. Anistratenko V.V., Haliman I.A. Dvustvorchatyj mollyusk *Anadara inaequivalvis* (Bivalvia, Arcidae) v severnoj chasti Azovskogo morya: zavershenie kolonizacii Azovo-Chernomorskogo bassejna [The bivalve mollusk *Anadara inaequivalvis* (Bivalvia, Arcidae) in the northern part of the Sea of Azov: completion of colonization of the Azov-Black Sea basin]. *Vestnik zoologii* [Bulletin of Zoology], 2006, vol. 40, no. 6. pp. 505–511. (In Russian).
52. Frolenko L.N., Dvinyaninova O.V. Formirovanie biocenoza vselenca kunearki *Cunearca cornea* v Azovskoe more [Formation of biocenosis of *Cunearca cornea* in the Sea of Azov]. *Osnovnye problemy rybnogo hozyajstva i ohrany rybohozyajstvennyh vodoemov Azovo-Chernomorskogo bassejna* [The main problems of fisheries and the protection of fishery reservoirs of the Azov-Black Sea basin]. Rostov-on-Don, AzNIIRH Publ., 1998, pp. 115-118. (In Russian).
53. Zhavoronkova A.M., Zolotnitsky A.F. Haracteristika allometricheskogo rosta dvustvorchatogo mollyuska anadary (*Anadara inaequivalvis*) Kerchenskogo proliva [Changes in macrobenthic communities of Gudautskaya oyster banks]. *Ekosistemy, ih optimizaciya i ohrana* [Ecosystems, their optimization and protection], 2014, vol. 10, pp. 128-133.
54. *V Azovskom more razreshili promysel zavezennogo iz Azii unikal'nogo s"edobnogo mollyuska* [Fishing for a unique edible mollusk imported from Asia was allowed in the Sea of Azov]. (In

Russian). Available at: https://bloknot-rostov.ru/news/v-azovskom-more-razreshili-promysel-zavezennogo-iz-1567705 (accessed 15.11.2023).
55. Zolotaryov P.N., Terent'ev A.S. Izmeneniya v soobshchestvah makrobentosa Gudautskoj ustrichnoj banki [Changes in macrobenthic communities of Gudautskaya oyster banks]. *Okeanologiya* [Oceanology], 2012, vol. 52, no. 2, pp. 251-257. (In Russian).
56. Zolotnitsky A.P., Mihajlov V.V., Sytnik N.A. Morfologicheskaya harakteristika allometricheskogo rosta triploidov tihookenskoj ustricy (*Grassostrea gigas*, Thunberg) v severo-vostochnoj chasti Chernogo morya [Morphological characteristics of the allometric growth of the triploid Pacific oyster (*Grassostrea gigas*, Thunberg) in the northeastern part of the Black Sea]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2022, vol. 4, pp. 41-57. (In Russian).
57. Vyalova O.Yu. Rostovye, morfometricheskie i biohimicheskie harakteristiki anadary *Anadara inaequivalvis* v Chernom more (akvatoriya Golubogo Zaliva, YUBK) [Growth, morphometric and biochemical characteristics of Anadara inaequivalvis in the Black Sea (Blue Bay water area, SCC)]. *Promyslovye bioresursy Chernogo i Azovskogo morej* [Commercial biological resources of the Black and Azov Seas]. Sevastopol', EKOSI-Gidrofizika Publ., 2011, pp. 189-192. (In Russian).
58. Pirkova A.V. Rost dvustvorchatogo mollyuska *Anadara inaequivalvis* (Bivalvia) v Chernom more pri sadkovom vyrashchivanii [Growth of the bivalve *Anadara inaequivalvis* (Bivalvia) in the Black Sea in cage culture]. *Materialy 7 Mezhdunarodnoj konferencii «Sovremennye rybohozyajstvennye i ekologicheskie problemy Azovo-Chernomorskogo regiona»* [Proceedings of the 7th International conference “Modern fishery and environmental problems of the Azov-Black Sea region”]. Kerch', 2012, vol. 2, pp. 73-78. (In Russian).
59. Pirkova A.V. Mejoz, embrional'noe i lichinochnoe razvitie *Anadara inaequivalvis* (Bivalvia, Arcidae) iz Chernogo morya [Meiosis, embryonic and larval development of Anadara inaequivalvis (Bivalvia, Arcidae) from the Black Sea]. *Vestnik Zoologii* [Bulletin of Zoology], 2012, vol. 46, no. 1, pp. 45-50. (In Russian).
60. Chikina M.V., Kolyuchkina G.A., Kucheruk N.V. Aspekty biologii razmnozheniya *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière) (Bivalvia, Arcidae) v Chernom more [Aspects of breeding biology of Scapharca inaequivalvis (Bruguière) (Bivalvia, Arcidae) in the Black Sea]. *Ekologiya morya* [Ecology of the sea], 2003, vol. 64, pp. 72-77. (In Russian).
61. Olifirenko A.B. Usloviya formirovaniya poselenij dvustvorchatogo mollyuska *Anadara broughtonid* v zalive Petra Velikogo (Yaponskoe more) [Conditions for the formation of settlements of the bivalve mollusk Anadara broughttonii in the Gulf of Peter the Great (Sea of Japan)]. *Izvestiya TINRO* [News of TINRO], 2007, vol. 149, pp. 122-137. (In Russian).
62. Revkov N.K., Shcherban' S.A. Osobennosti biologii dvustvorchatogo mollyuska *Anadara kagoshimensis* v Chernom more [Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* в Черном море]. *Ekosistemy* [Ecosystems], 2017, no. 9 (39), pp. 47-56. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Битютская Ольга Евгеньевна	канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой технологии продуктов питания Керченский государственный морской технологический университет 298309 Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 olha98306@yandex.ru
Bityutskaya Ol'ga Evgen'yevna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor, Head of the Department of technology food Kerch State Maritime Technological University 298309 Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 olha98306@yandex.ru

Булли Любовь Ивановна	канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры технологии продуктов питания Керченский государственный морской технологический университет 298309 Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 l_bulli@mail.ru
Bulli Lyubov Ivanovna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of technology food Kerch State Maritime Technological University 298309 Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 l_bulli@mail.ru
Мазалова Наталья Федоровна	канд. наук госупр., доцент кафедры технологии продуктов питания Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
Mazalova Natal'ya Fedorovna	Ph.D. (Publ. admin.), Associate Professor at the Department of technology food Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

УДК 551.579.639.28.(261.5) **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.005**

Жук Н.Н., Кочергин А.Т.

НЕКОТОРЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОМЫСЛА КРИЛЯ В ПРОЛИВЕ БРАНСФИЛД В МАРТЕ-ИЮНЕ 2017 Г.

Аннотация. Рассмотрены некоторые гидрометеорологические условия промысла криля в районе пролива Брансфилд (АЧА) в переходный от лета к зиме период (март-июнь) 2017 г. Показана пространственно-временная изменчивость температурных характеристик в слое от поверхности до горизонтов лова и вылов криля на различных участках пролива. От марта к июню происходило постепенное понижение температуры воздуха и выхолаживание верхних слоев океана с образованием в конце срока наблюдений (в июне) шуги в центральной части пролива. Температура воды во всем слое весь период находилась в минусовом диапазоне, достигая экстремально низких до минус 2,1 °С значений в июне. Разница температуры поверхности океана (ТПО) и температуры слоя лова была не более 0,5 °С в марте-апреле и достигала 0,7-1,0 °С на центральном участке пролива в мае-июне. Среднемесячные температуры воды в слое наблюдений в исследуемом районе были ниже среднемноголетних значений. Отмечалось незначительное увеличение улова криля от марта-апреля к маю-июню при заглублении тралений и некотором расслоении вод. Найдена обратная корреляция с 99 % доверительной вероятностью вылова на траление с глубиной лова в апреле и прямая с 95 % доверительной вероятностью – вылова с ТПО и температурой воды на горизонтах лова в мае и в целом для всего периода исследований.
Ключевые слова: температура, глубина лова, криль, корреляция, пролив Брансфилд.

Zhuk N.N., Kochergin A.T.

SOME HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS OF THE KRILL HARVESTING IN THE BRANSFIELD STRAIT IN MARCH-JUNE 2017

Abstract. Some hydrometeorological conditions of the krill harvesting in the Bransfield Strait area (Atlantic Sector of the Southern Ocean) in the transitional from summer to winter period (March–June) of 2017 are considered. Spatial and temporal variability of the thermal characteristics in the water layer extending from the surface to the harvesting depths is given, as well as krill catches in various parts of the strait. From March to June, the air and upper water layer temperatures were gradually decreasing, which led to the shuga formation in the central strait area at the end of the observation period (in June). The temperature of the entire water column was negative throughout the observation period, reaching as low as minus 2.1 °C in June. The difference between the sea surface temperature (SST) and the temperature at the harvesting depth was no more than 0.5 °C in March–April and reached 0.7-1.0 °C in the central strait area in May–June. Average monthly water temperature in the surveyed layer in the investigated area was lower than the average long-term values. A slight decrease in krill catches from March–April to May–June was recorded in the context of increasing harvesting depth and some water stratification. A negative correlation of the catch per trawling and harvesting depths in April with 99 % confidence level has been found, as well as a positive one between the catch and the water temperature at the harvesting depths with 95 % confidence level for May and the entire observation period.
Keywords: temperature, harvesting depth, krill, correlation, Bransfield Strait.

Введение. В наблюдаемые переходные от лета к зиме месяцы (февраль-июнь) в районе пролива Брансфилд поле ТПО сложное и высокоградиентное. Здесь встречаются воды Южной границы антарктического циркумполярного течения (ЮГАЦТ) на севере, воды моря Уэдделла на востоке, шельфовые воды Антарктического полуострова на юге, а также воды из моря Беллинсгаузена на юго-западе [1, 2]. Значения ТПО в феврале-марте 2020 г. в проливе уменьшались от 2,7 °С в северной части до минус 1,0 °С в юго-восточной [3].

Северная часть пролива Брансфилд у архипелага Южных Шетландских островов с адвекцией с севера вод ЮГАЦТ была занята относительно теплыми водами с температурой 1,7-2,7 °С, в южной части, примыкающей к Антарктическому полуострову, отмечались отрицательные и слабоположительные температуры. Наиболее холодные воды (от минус 1,0 до минус 0,6 °С) отмечались на юго-востоке и формировались на шельфе Антарктического полуострова при поступлении с юго-востока холодных смешанных вод моря Уэдделла и шельфовых вод Антарктического полуострова. При продвижении на запад вдоль побережья Антарктического полуострова температура шельфовых вод повышалась до 0,3 °С. На западной границе пролива в поле ТПО наблюдалась высокоградиентная зона [3].

На севере в районе Южных Шетландских островов верхний квазиоднородный слой (ВКС) занимал слой до 20 м. Ниже температура в слое термоклина резко снижалась с 2,0 до 0,3 °С на горизонте 80 м. Глубже этого слоя до горизонта 700 м температура постепенно уменьшалась до минус 1,0 °С и далее до глубины наблюдений 1000 м не менялась. В центральной части пролива Брансфилд температура воды от поверхности до глубины 80 м резко падала от 1,9 до минус 0,4 °С и на горизонте 1000 м не превышала минус 1,2 °С. Воды в прибрежной части Антарктического полуострова характеризовались отрицательными температурами от поверхности до дна (минус 0,2-минус 1,3 °С).

В целом океанографический режим района формируется в результате взаимодействия смешанных вод моря Уэдделла, холодных шельфовых вод пролива Брансфилд и южной части Антарктического циркумполярного течения. Наиболее холодные воды в поверхностном слое наблюдались на востоке пролива Брансфилд, а наиболее теплые были приурочены к южной части АЦТ на севере от Южных Шетландских островов.

Цель исследований – в районе пролива Брансфилд и прилегающих водах (подрайон 48.1) проанализировать термические условия промысла криля в довольно редкий для экспедиционных исследований переходный от конца лета до начала зимы период – март-июнь 2017 г.

Материалы и методы исследования. Материал для исследования собран на борту траулера РКТС «Море Содружества» во время промыслового рейса на акватории пролива Брансфилд и сопредельных вод подрайона Антарктического полуострова в малоисследуемый переходный от лета к зиме период – март-июнь 2017 г. (рис. 1, 3).

В работе использованы наблюдения за ТПО, температурой на горизонтах лова (TwZлова) в соответствие с «Руководством по гидрологическим работам...» [4] и величиной вылова криля 822 тралений в процессе научного наблюдения по программе АНТКОМ Температура воздуха и ТПО измерялась электронным термометром Veto HI 98509-1.

Метод исследований – пространственно- временной анализ параметров.

Результаты исследования и их обсуждение. В марте температура воздуха была в диапазоне минус 2,4-плюс 1,5 °С, в основном превышая ТПО. Лов криля велся на глубинах до 27 м в квазиоднородном по температуре слое на западном участке (рис. 1) в структуре трансформированных вод моря Беллинсгаузена при температурах -0,8÷-0,1 °С и на восточном участке при более низких – -1,3÷-1,0 °С, находившемся под влиянием трансформированных уэдделловоморских вод. Разница температур на поверхности и на горизонтах лова в этом месяце была не более 0,3 °С (рис. 2, табл. 1). Средняя температура квазиоднородного слоя (минус 0,9 °С) была для этого района и месяца в пределах данных 66-й РАЭ (минус 1,0-плюс 1,0 °С) [5] и ниже среднемноголетних значений для периода 1911-1998 гг. слоя 0-100 м (минус 0,5-плюс 1,0 °С) [6]. Улов криля за траление в этом месяце – 5-13 (средний 9,2) т.

В апреле на западном участке (рис. 1) в первой половине месяца температура в слое лова (до 248 м) составляла -1,0÷-0,5 (в среднем -0,8) °С, в третьей декаде в результате значительного понижения температуры воздуха (до минус 10,3 °С) и выхолаживания поверхности понизилась до -1,8÷-1,3 (в среднем -1,4) °С (рис. 2, табл. 1). На восточном участке в основном во второй декаде месяца температура воды в слое лова (до 36 м) равнялась -1,8÷-1,3 (в среднем -0,8) °С. Разница ТПО и температуры горизонтов лова на

обоих участках не превышала 0,5 °С.

В целом в этом месяце температуры воды от поверхности до горизонтов лова (10-252 м) была в диапазоне минус 0,5-минус 1,8 °С, что ниже среднемноголетних значений для этого района (минус 0,5-плюс 0,5 °С) [6] и полученных в 64-й РАЭ (0,3-0,4 °С) [7].

Вылов криля за траление в апреле находился в диапазоне 2-18 (средний 9,6) т.

В мае температура воздуха была в основном минусовой, периодически понижаясь до минус 8,3 и повышаясь до плюс 0,9 °С. Температура воды на центральном участке А (рис. 3) от поверхности до горизонтов лова (12-123 м) была в минусовом диапазоне – 2,0-1,1 (средняя минус 1,8) °С при возрастающей разнице по глубине – не более 0,1 в первой половине месяца и до 0,7 °С во второй (рис. 2, табл. 1).

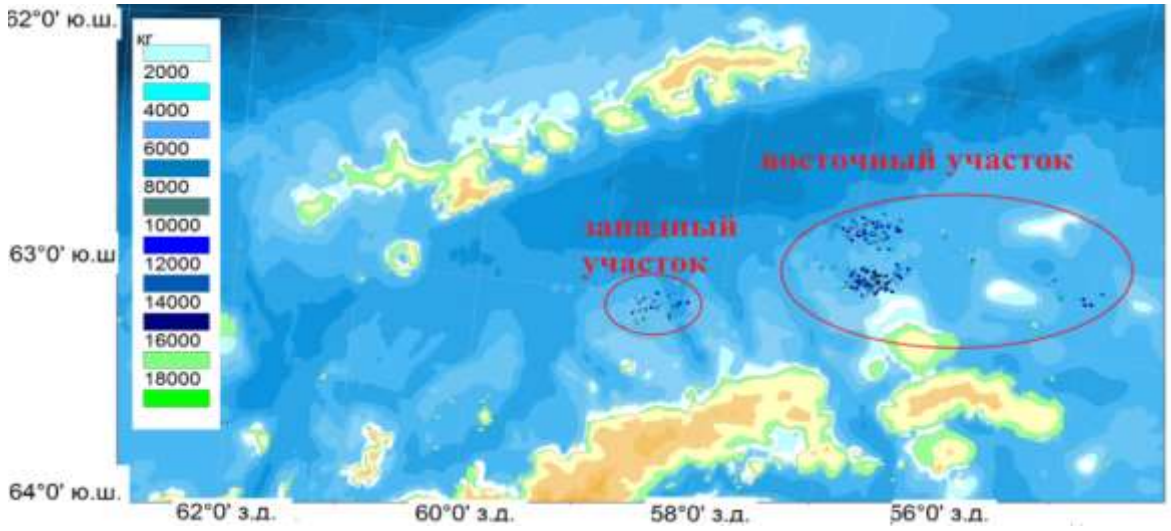


Рисунок 1 – Участки промысла криля в проливе Брансфилд в марте-апреле 2017 г.

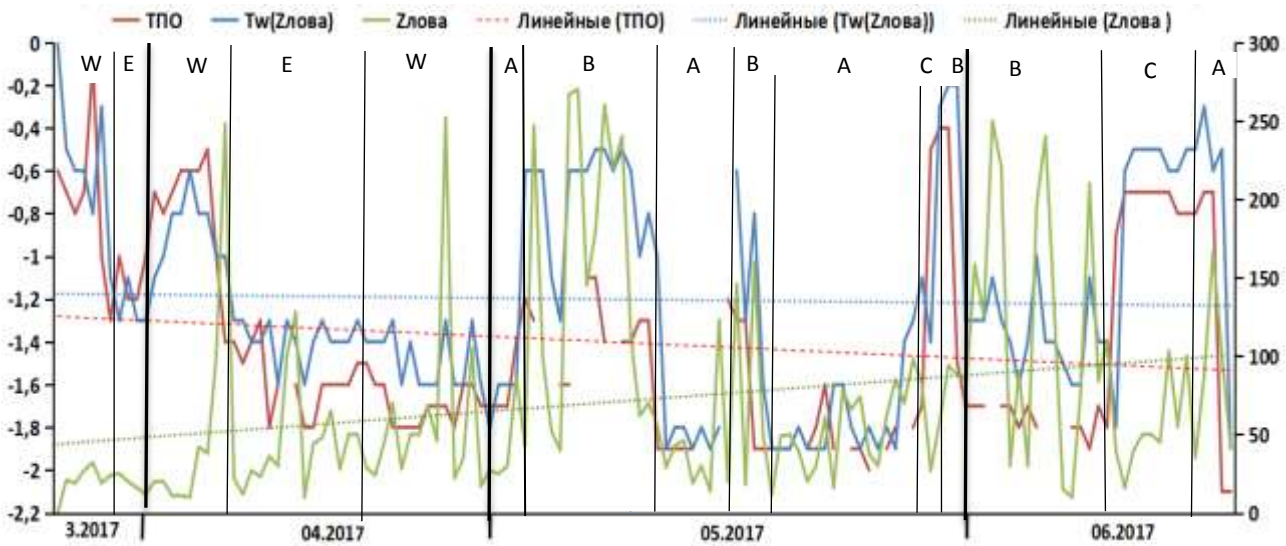


Рисунок 2 – Температура воды на поверхности (ТПО) и на горизонте лова (TwZлова) – левая ось, горизонты лова (Zлова) – правая ось в проливе Брансфилд в марте-июне 2017 г.
(W – западный, E – восточный, A, B, C – участки в соответствии с периодами наблюдений)

Таблица 1 – Температурные характеристики и горизонты лова различных участков пролива Брансфилд в марте-июне 2017 г.

Месяц	Дата	Участок	ТПО	Tw(Zлова)	Δ (ТПО-Tw(Zлова))	Zлова (м)
Март	5-8.03	W	-0,8÷-0,1 (-0,6)	-0,8÷-0,3 (-0,6)	-0,2÷0,2 (0)	19-27 (23)
	9-28.03	E	-1,3÷-1,0 (-1,1)	-1,3÷-1,1 (-1,2)	0÷0,3 (0,1)	12-25 (18)
Апрель	8-12.04	W	-1,0÷-0,5 (-0,7)	-1,0÷-0,6 (-0,9)	0÷0,5 (0,2)	10-248 (60)
	13-21.04	E	-1,8÷-1,3 (-1,5)	-1,6÷-1,3 (-1,4)	-0,2÷0 (-0,1)	12-36 (25)
	22-30.04	W	-1,8÷-1,5 (-1,7)	-1,8÷-1,3 (-1,5)	-0,5÷0,1 (-0,2)	10-252 (57)
Май	1.05	A	-1,7 (-1,7)	-1,6 (-1,6)	-0,1 (-0,1)	30-87 (59)
	4-8.05	B	-1,6÷-1,1 (-1,3)	-1,3÷-0,5 (-0,7)	-1,0÷-0,3 (-0,7)	40-270 (155)
	11-12.05	A	-1,9 (-1,9)	-1,9÷-1,8 (-1,8)	-0,1÷0 (-0,1)	14-123 (43)
	15-16.05	B	-1,3÷-1,2 (-1,3)	-1,3÷-0,6 (-0,9)	-0,6÷0 (-0,3)	18-160 (108)
	17-26.05	A	-2,0÷-1,6 (-1,9)	-1,9÷-1,1 (-1,7)	-0,7÷0,1 (-0,1)	12-98 (52)
	29.05	C	-0,5÷-0,4 (-0,4)	-0,3÷-0,2 (-0,3)	-0,2 (-0,2)	58-94 (80)
	31.05	B	-1,7÷-1,5 (-1,6)	-1,3 (-1,3)	-0,4÷-0,2 (-0,3)	85-158 (123)
Июнь	1-7.06	B	-1,9÷-1,7 (-1,8)	-1,8÷-1,0 (-1,4)	-0,7÷0 (-0,4)	10-250 (115)
	10-15.06	C	-0,9÷-0,7 (-0,7)	-0,6÷-0,3 (-0,5)	-0,5÷-0,1 (-0,2)	16-167 (71)
	18-20.06	A	-2,1 (-2,1)	-2,1÷-1,9 (-2,0)	-0,2÷0 (-0,1)	18-41 (30)

Примечание: ТПО - температура поверхности океана, Tw(Zлова) – температура воды на горизонтах лова (Zлова), W – западный, E – восточный, A, B, C – участки в соответствии с периодами наблюдений.

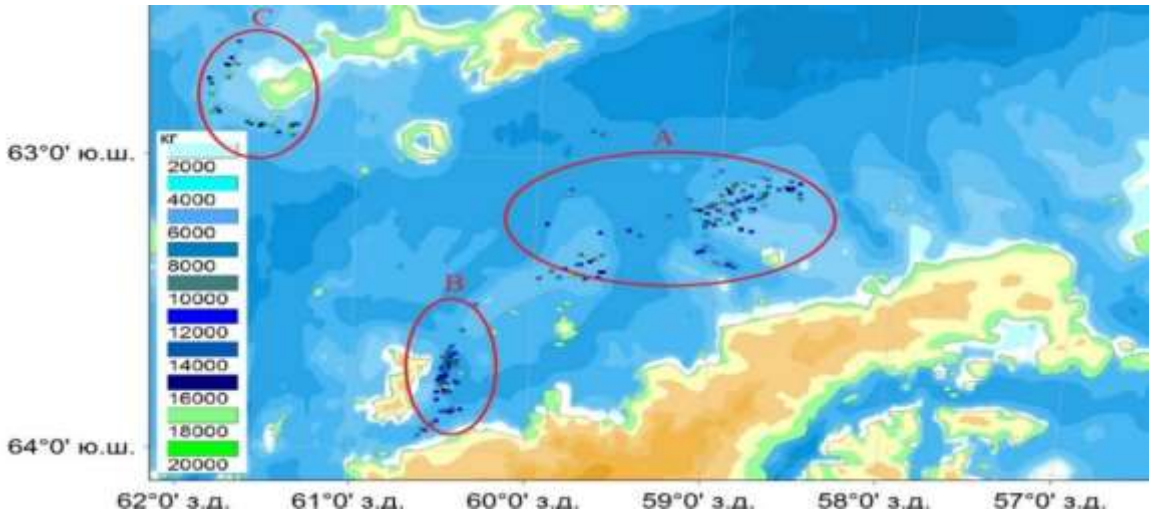


Рисунок 3 – Участки промысла криля в проливе Брансфилд в мае-июне 2017 г.

На юго-западном участке B температура вод от поверхности до горизонтов лова (18-270 м) в структуре относительно теплых трансфомированных вод моря Беллинсгаузена в течение месяца изменялась от минус 0,5 до минус 1,7 (в среднем минус 1,1) °С с разницей ТПО и TwZлова 0,4-0,7 (средняя минус 0,6) °С (рис. 2, табл. 1) при более высоких значениях на подповерхностных горизонтах лова.

В конце месяца на северо-западном участке C в трансформированных водах южной ветви АЦТ температура вод в квазиоднородном слое поверхность-горизонт траления (до 94 м) имела относительно высокие значения – минус 0,5-минус 0,2 (в среднем минус 0,3) °С с незначительной изменчивостью по глубине – до 0,2 °С (рис. 2, табл. 1). Среднемесячная

температура воды от поверхности до горизонтов лова составила минус 1,4 °С, что ниже среднемноголетних значений для этого месяца и района (около минус 0,5 °С) [6].

Вылов криля за траление в мае находился в диапазоне 3-18 (10,9) т.

В июне температура воздуха изменялась в диапазоне минус 6,9-минус 0,3 в первой декаде и минус 8,9-минус 3,0 °С во второй.

В первой декаде на юго-западном участке В (рис. 3) в шельфовых водах Антарктического полуострова температура вод от поверхности до нижних горизонтов лова (до 250 м) находилась в минусовом диапазоне 1,9-1,0 (средняя минус 1,6) °С (рис. 2, табл. 1) с более высокими (до 0,7 °С) значениями на глубинах (рис. 2, табл. 1), особенно свыше 200 м в относительно теплом подповерхностном слое, что характерно для вод шельфовой области Антарктиды [8, 9].

Во второй декаде месяца на центральном участке А температура вод в квазиоднородном слое до глубин 18-41 м имела очень низкие минусовые значения – 2,1-1,9 (в среднем 2,0) °С с образованием шуги.

На северо-западном участке С сохранился относительно теплый слой толщиной до 167 м с температурой минус 0,9-минус 0,3 (в среднем минус 0,6) °С с разницей ТПО и TwZлова не более 0,5 °С (рис. 2, табл. 1).

Среднемесячная температура воды от поверхности до горизонтов лова составила минус 1,2 °С, что ниже среднемноголетних значений для этого месяца и района (около минус 0,5 °С) [6].

Вылов криля за траление практически не отличался от майского 1-18 (10,8) т.

Нахождение количественной связи улова криля с температурой воды на поверхности (ТПО), на горизонтах лова (TwZлова) и с их разницей (ΔТПО – TwZлова), с глубиной лова (Zлова) показало, что обратная корреляция с 99 % доверительной вероятностью имеется в апреле с глубиной лова, прямая с 95 % доверительной вероятностью в мае и за весь период наблюдений (март-июнь) с ТПО и температурой воды на горизонтах лова (табл. 2). Т. е. в апреле, когда начинается интенсификация выхолаживания верхних слоев, криль более всего концентрируется на малых глубинах между выхоложенным относительно тонким верхним слоем и относительно теплым подповерхностным слоем. В мае, исследования проводились в основном на юго-западе пролива в относительно теплых трансфомированных водах моря Беллинсгаузена с повышенной ТПО и температурой воды на горизонтах лова, что способствовало более благоприятным условиям питания и более высоким биомассе и выловам криля. Кстати, в апреле и мае уловы оказались выше (до 18 т), чем в марте (до 13 т).

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции улова криля с температурой воды и горизонтом лова

Параметр	март	апрель	май	июнь	март-июнь
ТПО	-0,56	0,15	**0,40**	0,23	**0,17**
Tw(Zлова)	-0,40	0,07	**0,34**	0,26	**0,21**
ΔТПО – TwZлова	-0,29	0,20	-0,11	-0,07	-0,05
Zлова	-0,11	**-0,51**	0,06	-0,02	-0,08
n	12	39	55	29	135
Rкрит 5%/1%	0,58/0,73	0,32/0,41	0,26/0,35	0,37/0,48	0,17/0,22

Примечание: жирный шрифт – коэффициенты корреляции 95 и 99 % доверительной вероятности.

Выводы. В марте сохранялись относительно теплые условия атмосферы – температура воздуха не опускалась ниже минус 2,4 °С, периодически имея положительные (до 1,5 °С) значения. Температура воды в квазиоднородном слое лова (до 27 м) находилась в минусовом диапазоне 0,1-1,3 °С, что ниже среднемноголетних значений в данном районе и месяце. Разница ТПО и температуры слоя лова была не более 0,3 °С.

В апреле-июне температура воздуха опускалась до минус 10,3 °С. Выхолаживание поверхностных слоев привело к понижению температуры воды в слое лова (10-270 м) до

минус 0,2-минус 2,1 °С с образованием шуги в июне в центральной части пролива. Температура воды в этом слое была ниже среднемноголетних значений в этот период с увеличением разницы температур между относительно холодной поверхностью и относительно теплыми слоями лова до 1,0 °С.

Наиболее низкие уловы отмечались в марте в квазиоднородном слое, в дальнейшем при заглублении тралений и некотором расслоение вод уловы увеличились.

Найдена обратная корреляция с 99 % доверительной вероятностью в апреле с глубиной лова, когда интенсифицируется выхолаживание верхних слоев и криль более всего концентрируется на малых глубинах между выхоложенным относительно тонким верхним и относительно теплым подповерхностным слоями. Также в мае и в целом для всего периода исследований определена прямая с 95 % доверительной вероятностью корреляция вылова с ТПО и температурой воды на горизонтах лова, т. е. в тех случаях, когда относительно повышенная ТПО и температура воды на горизонтах лова, очевидно, когда более интенсивная адвекция относительно теплых беллинсгаузеновоморских вод.

Список использованной литературы:

1. *Артамонов Ю.В., Ломакин П.Д., Попов Ю.И., Украинский В.В.* Водные массы региона Южных Шетландских островов в осенний сезон Южного полушария // Бюллетень Украинского антарктического центра. 2000. Вып. 3. С. 101-109.
2. *Кашин С.В., Антипов Н.Н., Чистяков И.А., Федотова А.А.* Межгодовая изменчивость структуры и характеристик вод пролива Брансфилд по данным наблюдений ААНИИ // Комплексные исследования Мирового океана: Материалы VI Всероссийской научной конференции молодых ученых. М., 2021. С. 81-82.
3. *Чурин Д.А., Шустин А.Я., Вафиев А.А., Буздырина Н.А., Шнар В.Н.* Океанологические условия в атлантической части Антарктики летом 2019/2020 годов // Труды АтлантНИРО. 2021. Т. 5. № 2 (12). С. 27-38.
4. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. М., 2016. 537 с.
5. *Кашин С.В., Молчанов М.С., Чистяков И.А.* Океанографические работы в период 66-й сезонной РАЭ // Морские исследования и образование: Сборник трудов X Международной научно-практической конференции. Тверь, 2021. С. 59-63.
6. *Булгаков Н.П., Артамонов Ю.В., Ломакин П.Д., Белокопытов В.Н., Скрипалева Е.А.* Циркуляция, температура, соленость, ледовые условия юго-западной части Атлантического океана и прилегающих акваторий Антарктики // Атлас НАН Украины. Севастополь: Изд-во Морского гидрофизического института, 2003. 92 с.
7. *Артамонов Ю.В., Скрипалева Е.А., Артамонов А.Ю., Шутов С.А.* Термохалинная структура вод у берегов Антарктиды в марте-апреле 2019 г. по данным измерений в 64-й Российской антарктической экспедиции // Метеорология и гидрология. 2020. № 2. С. 53-64.
8. *Ломакин П.Д. Скрипалева Е.А.* Циркуляция и структура вод юго-западной части Атлантического океана и прилегающих акваторий Антарктики. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. 117 с.
9. *Dotto T.S., Mata M.M., Kerr R., Garcia C.A.E.* A novel hydrographic gridded data set for the northern Antarctic Peninsula // Earth System Science Data. 2021. Vol. 13. Issue 2. P. 671-696.

References:

1. Artamonov Yu.V., Lomakin P.D., Popov Yu.I., Ukrainskiy V.V. Vodnye massy regiona Yuzhnykh Shetlandskikh ostrovov v osenniy sezon Yuzhnogo polushariya [Water masses of the South Shetland Islands area in the autumn season of the Southern Hemisphere]. *Byulleten' Ukrainskogo antarkticheskogo tsentra* [Bulletin of the Ukrainian Antarctic Center], 2000, issue 3, pp. 101-109. (In Russian).
2. Kashin S.V., Antipov N.N., Chistyakov I.A., Fedotova A.A. Mezhgodovaya izmenchivost' struktury i kharakteristik vod proliva Bransfild po dannym nablyudeniy AANII [Inter-annual variability of the structure and characteristics of the Bransfield Strait waters based on the observation data collected by the Arctic and Antartic Research Institute]. *Materialy VI*

Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh «Kompleksnye issledovaniya Mirovogo okeana» [Proceedings of the 6th All-Russian Scientific Conference of the Young Scientists "Multidisciplinary research of the World Ocean"]. Moscow, 2021, pp. 81-82. (In Russian).

3. Churin D.A., Shustin A.Ya., Vafiev A.A., Buzdyrina N.A., Shnar V.N. Okeanologicheskie usloviya v atlanticheskoy chasti Antarktiki letom 2019/2020 godov [Oceanological conditions in the Atlantic Sector of the Southern Ocean in the summer season of 2019/2020]. *Trudy AtlantNIRO* [AtlantNIRO Proceedings], 2021, vol. 5, no. 2 (12), pp. 27-38. (In Russian).
4. Rukovodstvo po gidrologicheskim rabotam v okeanakh i moryakh [Guidebook on hydrological studies in oceans and seas]. Moscow, 2016, 537 p. (In Russian).
5. Kashin S.V., Molchanov M.S., Chistyakov I.A. Okeanograficheskie raboty v period 66-y sezonnoy RAE [Oceanography operations carried out during the expedition 66th RAE]. *Sbornik trudov 10 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Morskie issledovaniya i obrazovanie»* [Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference "Marine research and education"]. Tver, 2021, pp. 59-63. (In Russian).
6. Bulgakov N.P., Artamonov Yu.V., Lomakin P.D., Belokopytov V.N., Skripaleva E.A. Tsirkulyatsiya, temperatura, solenost', ledovye usloviya yugo-zapadnoy chasti Atlanticheskogo okeana i prilegayushchikh akvatoriy Antarktiki [Circulation, temperature, salinity, and ice coverage in the Southwestern Atlantic Ocean and adjacent Antarctic aquatic areas]. *Atlas NAN Ukrainy* [Atlas of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Sevastopol, Morskoy gidrofizicheskiy institut Publ., 2003, 92 p. (In Russian).
7. Artamonov Yu.V., Skripaleva E.A., Artamonov A.Yu., Shutov S.A. Termokhalinnaya struktura vod u beregov Antarktidy v marte-aprele 2019 g. po dannym izmereniy v 64-y Rossiyskoy antarkticheskoy ekspeditsii [Thermohaline structure of water in Antarctic coastal areas in March–April 2019 derived from the 64th Russian Antarctic Expedition measurements]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], 2020, no. 2, pp. 53-64. (In Russian).
8. Lomakin P.D. Skripaleva E.A. Tsirkulyatsiya i struktura vod yugo-zapadnoy chasti Atlanticheskogo okeana i prilegayushchikh akvatoriy Antarktiki [Water circulation and structure in the Southwestern Atlantic Ocean and adjacent Antarctic aquatic areas]. Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika Publ., 2008, 117 p. (In Russian).
9. Dotto T.S., Mata M.M., Kerr R., Garcia C.A.E. A novel hydrographic gridded data set for the northern Antarctic Peninsula. *Earth System Science Data*, 2021, vol. 13, issue 2, pp. 671-696. (In English).

Сведения об авторах / Information about authors

Кочергин Анатолий Тимофеевич	главный специалист Азово-Черноморский филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ») 344002, Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в kochkerch@mail.ru
Kochergin Anatoliy Timofeevich,	Chief specialist Azov-Black Sea Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography ("AzNIIRKH") 344002, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21b kochkerch@mail.ru
Жук Николай Николаевич	канд. биол. наук, главный специалист Азово-Черноморский филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ) 344002, Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в
Zhuk Nikolay Nikolaevich	Ph.D. (Biol.), Chief specialist Azov-Black Sea Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography ("AzNIIRKH") 344002, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21b

УДК 639.28(269.7) **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.006**

Кухарев Н.Н., Корзун Ю.В., Битютский Д.Г.

К ВОПРОСУ О МЕЖГОДОВЫХ КОЛЕБАНИЯХ БИОМАССЫ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ (*EUPHAUSIA SUPERBA*) В МОРЕ СОДРУЖЕСТВА

Аннотация. В целях выявления причин межгодовых изменений биомассы криля в море Содружества выполнен краткий обзор результатов исследований биологии, ресурсов криля и океанографических материалов, собранных ЮгНИРО в советский период. В ходе исследований и промысла были выявлены существенные и часто многократные межгодовые и внутригодовые колебания численности и биомассы криля. Выявлены периодические изменения средней поверхностной плотности криля в море Содружества. Запас (биомасса) криля в море Содружества формируется в основном за счет местного воспроизводства. Эффективность воспроизводства криля тесно связана с основными элементами крупномасштабной циркуляции вод. Пополнение запаса является наибольшим при интенсивном нересте в зоне возвратного течения и наименьшим (при равной активности нереста) в выносной зоне. В периоды нарушения нормального зонального переноса в атмосфере и доминировании восточного переноса межгодовые изменения запаса определяются процессами экспатриации, это периодически приводит к существенному снижению локального запаса. Показано, что в рассматриваемый период отмечены существенные, многократные внутригодовые и межгодовые флуктуации биомассы промысловых агрегаций криля и их плотности. Эти показатели изменялись от значений, обеспечивающих высокорентабельный лов, до значений, практически исключавший промысел.

Ключевые слова: Антарктика, Индоокеанский сектор, антарктический криль, *Euphausia superba*, промысел, море Содружества, агрегированность, биомасса, прогнозы.

Kuharev N.N., Korzun Y.V., Bitiutskii D.G.

THE ISSUE OF INTERANNUAL FLUCTUATIONS IN ANTARCTIC KRILL BIOMASS (EUPHAUSIA SUPERBA) IN THE SEA OF THE COMMONWEALTH

Abstract. In order to identify the causes of interannual changes in krill biomass in the Cosmonaut Sea, a brief review of the research results on biology, krill resources and oceanographic materials collected by YugNIRO during soviet period was carried out. During research and fishing, significant and often multiple interannual and intra-annual fluctuations in krill abundance and biomass was found. Periodic changes in the average surface density of krill in the Commonwealth Sea have been identified. The stock (biomass) of krill in the Commonwealth Sea was formed mainly due to local reproduction. The efficiency of krill reproduction was closely linked to the basic elements of large-scale water circulation. Replenishment of the stock was greatest during intensive spawning in the return flow zone and lowest (with equal spawning activity) in the outflow zone. During periods of disruption of normal zonal transport in the atmosphere and the dominance of eastern transport, interannual changes in the stock were determined by expatriation processes, which periodically leads to a significant decrease in the local stock. It was shown that during the period under consideration, significant, multiple intra-annual and inter-annual fluctuations in the biomass of commercial krill aggregations and their density were noted. These indicators varied from values providing highly profitable fishing to values that practically excluded fishing.

Keywords: Antarctica, Indian Ocean sector, Antarctic krill, *Euphausia superba*, fishery, Commonwealth Sea, aggregation, biomass, forecasts.

Введение. Советские рыбохозяйственные исследования антарктического криля в Антарктической части Индийского океана (АЧИО, район ФАО – 58) были начаты в 1972 г., японский промысел – в 1974 г., советский промысел – в 1978 г. За период промысла (1974–

1990) в АЧИО выловлено 949 тыс. т криля, в т. ч. 498 тыс. т (52 %) добыл советский флот [1]. Развитие отечественных исследований и промысла криля в АЧИО во многом базировалось на достигнутых в Антарктической части Атлантики (АЧА) успехах советского промысла в конце 1960-х – начале 1970-х гг. Данный промысел был обеспечен работой поискового и исследовательского флота [2]. Его деятельность основывалась на комплексном подходе к изучению биологии и распределения криля, исследованию биотических факторов и океанографических условий и предикторов формирования скоплений [3, 4].

В 1970-е годы в рамках плановой экономики в задачи советских научно-исследовательских экспедиций всегда входила обязательная подготовка данных для формирования прогноза возможного вылова для отечественного флота – определения общего допустимого улова [5]. Для получения исходных данных выполнялись учетные схемы для определения общей биомассы скоплений криля. Выполнялись оценки динамики удельной платности скоплений криля. Важным элементом прогнозирования состояния запасов криля были регулярный учет молоди и мониторинг величины пополнения криля, что позволяло прогнозировать урожайность поколений и перспективы их промысла Другими ключевыми элементами прогнозирования состояния запасов криля, урожайности поколений и формирования промысловых скоплений являлись исследования влияния факторов среды на межгодовую изменчивость экосистемы региона [6].

После резкого спада вылова криля в 1990-е годы, вызванного прекращением советского промысла, во втором десятилетии XXI века начался рост его вылова, который все более приближается по темпам прироста к экспоненциальному. С 2010 по 2021 гг. вылов криля удвоился и в 2020 г. достиг 460 тыс. т. В последние годы криль добывают суда КНР, Норвегии, Республики Корея, Украины и Чили [1]. По состоянию на 2023 г. в АЧА, резерв для развития промысла, в т. ч. российского, с учетом предохранительного ограничения АНТКОМ (АЧА – 620 тыс. т), находится на уровне 160–180 тыс. т. При этом растет интерес к ресурсам криля как к источнику кормовой продукции для развивающееся мировой аквакультуры [7].

В случае достижения международным промыслом уровня предохранительного ограничения АНТКОМ, существует перспектива расширения географии промысла криля путем перебазирования части флота в АЧИО, в котором суммарное предохранительное ограничение АНТКОМ по вылову криля установлено в объеме 892 тыс. т. Наиболее важным условием возобновления промысла в этом регионе являются вопросы устойчивости скоплений криля и перспективы их прогнозирования.

Современные единичные оценки запасов криля в АЧИО (Австралия – 2007 г. и Япония – 2020 г.) и попытки его промысла (КНР 2017 и 2018 гг.) не могут отразить сложную межгодовую динамику биомассы криля в АЧИО, их результаты служат лишь ориентирами для возобновления регулярных исследований и промысла криля в этом регионе.

Реальной основной для возобновления исследований и промысла криля в АЧИО послужат материалы советских исследований, выполненных в АЧИО в 1974–1990 гг., основанные на результатах работы научно-исследовательских и поисковых экспедиций прошлых лет.

В связи с этим в настоящей работе на основе исторических данных рассматриваются проблемы межгодовых колебаниях биомассы антарктического криля в море Содружества [8, 9].

Материалы и методы исследования. В период с 1972 по 1977 гг. в АЧИО были выполнены первые восемь специализированных экспедиций на судах АзЧерНИРО и Управления «Югрыбпромразведка», направленных на изучение промысловых ресурсов криля. До 1988 г. удельная плотность криля, используемая для оценки запаса, рассчитывалась с помощью эхозаписей или траловых уловов. Размерный состав криля основан на уловах промысловых канатных тралов. Результаты обрабатывались по программе, специально разработанной в те годы в лаборатории регионального центра данных ЮгНИРО (РЦД). В 1987 г. при выполнении учетной съемки моря Содружества были

использованы оба метода. Основываясь на материалах 1987 г., была проделана работа по «стыковке» данных за 1978–1987 и 1988–1990 гг. В методическом плане использовались рекомендации по пересмотру данных, которые применялись в ходе акустических съемок «Fibex» в районе залива Прюдс [10].

Верификация полученного в результате корректировки 13-летнего ряда данных по запасам основывалась на результатах исследований межгодовой динамики размерно-возрастного состава криля и учете реальных экологических условий.

Непрерывные советские наблюдения за состоянием запаса антарктического криля велись, начиная с 1977 г., на акватории, расположенной к югу от 65°00' – 65°30' ю. ш. Для региона в целом (60–68° ю. ш., 60–80° в. д.) тралово-акустические съемки проводились относительно регулярно, они не выполнялись лишь в 1982, 1987 гг. Величина запаса и значения других характеристик (общая биомасса и биомасса криля в скоплениях, степень агрегированности криля, распределение скоплений, их плотность и устойчивость) определялись преимущественно для южной части региона, площадь которой составляет около 100 тыс. км^2.

Море Содружества выделяется повышенной агрегированностью антарктического криля: поверхностная плотность скоплений здесь в 5–10 раз выше, чем в зоне между 60–65° ю. ш. Частота встречаемости промысловых скоплений, прежде всего, в пределах материкового склона, и их устойчивость значительно выше по сравнению с аналогичными характеристиками в океанической зоне. Биомасса промысловых скоплений моря Содружества составляет в среднем 11 % от обшей биомассы антарктического криля в пределах акватории моря Содружества. Поэтому добыча криля рентабельна только к югу от 60–65° ю. ш. В океанической зоне между 60–65° ю. ш. она возможна лишь в декабре – начале января.

В основу данной работы были положены следующие материалы:

- откорректированные данные о плотности скоплений антарктического криля в море Содружества в 1978–1990 гг.;
- данные о биомассе и распределении промысловых скоплений;
- данные по уловам судов: промысловых – за 1978–1984, 1988 и отчасти 1986 гг. и научно-поисковых – 1985–1990 гг.;
- сведения по атмосферным переносам над регионами 60–70° ю. ш., 40–90° в. д. и 60–80° в. д. и другим гидрометеорологическим характеристикам;
- материалы по биологии криля за 1980–1990 гг., собранные исследовательскими тралами;
- данные по фитопланктону моря Содружества за анализируемый ряд лет.

Большая часть материалов была взята из сформированной в 2023 г. базы данных «Материалы по биологии и промыслу антарктического криля *Euphausia superba*, полученные в экспедициях «ЮгНИРО» и управления «Югрыбпромразведка» в Индоокеанском секторе Антарктики в период 1972–1990 гг.» [11].

Результаты исследования и их обсуждение. Начавшиеся в 1972 г. исследования биологии и оценки запасов криля в АЧИО указали на наличие существенных сезонных колебаний его биомассы. В западной части АЧИО в начале лета южного полушария биомасса криля на площади 1,5 млн км^2 составляла 241 млн т, а к концу лета – 55 млн т. Уменьшение биомассы произошло по причине завершения нереста и экспатриации антарктического криля [12].

С 1978 по 1984 гг. в море Содружества осуществлялся широкомасштабный советский промысел криля с объемом годового вылова до 120–130 тыс. т. На промысле работали от 20 до 30 крупнотоннажных траулеров. В связи с необходимостью научного обеспечения стабильной работы флота перед ЮгНИРО были поставлены задачи по разработке метода прогноза состояния запаса и созданию научных основ его рационального использования.

До конца 1980-х годов прогнозы, подготавливаемые ЮгНИРО, основывались исключительно на гидрометеорологических предпосылках. Причиной межгодовых

колебаний запасов считалась разная степень экспатриации антарктического криля течениями [8, 13, 14].

Однако, уже начиная с 1985 г., резко снизилась оправдываемость прогнозов, что свидетельствовало о неправомерности использования метода, основанного только на биотических предпосылках. Это серьезно стимулировало исследования популяционной и возрастной структуры криля.

Начиная с 1989 г. на основании анализа качественной схемы развития генераций рачков за 1980–1989 гг. развивалось представление о том, что в годы отсутствия аномалий атмосферных процессов над регионом и Антарктикой в целом, основным фактором, определяющим межгодовую изменчивость запаса, является не экспатриация криля, а вклад поколений разной урожайности [8, 13–15].

Полученные результаты были использованы при составлении прогностических рекомендаций ЮгНИРО о состоянии ресурсов криля в морях Содружества и др. морях АЧИО с заблаговременностью 1–2 года на основании ежегодного учета пополнения.

Однако до конца 1980-х годов оставался невыясненным ряд существенных элементов, отвечающих за формирование запаса криля, без чего было невозможно дальнейшее усовершенствование методов промыслового прогнозирования. Речь идет, в частности, об оценке вклада воспроизводства криля в пополнение запаса в зависимости от местоположения зон массового нереста в системе крупномасштабной циркуляции вод, роли иммиграции рачков из сопредельных районов и др. На выяснение этих вопросов были направлены первоочередные исследования. Было выявлены периодические изменения средней поверхностной плотности криля в море Содружества, в отношении которых выделены три периода – 1978–1984 гг., 1985–1987 гг. и 1989–1990 гг. [8, 14].

Период 1978–1984 гг. характеризовался в целом высокими значениями плотности криля в скоплениях. Несмотря на заметные ее колебания внутри данного периода, состояние сырьевой базы криля, с промысловой точки зрения, оставалось в целом удовлетворительным. За исключением 1979 г. и второй половины летнего сезона 1981 г. биомасса скоплений и их устойчивость обеспечивали высокоэффективную работу добывающих судов. Наиболее благоприятные условия наблюдались в 1982 и 1984 гг. В 1978–1979 гг. промысловые агрегации располагались, в основном, в восточной части моря, в 1980–1984 гг. – в западной.

Период 1985–1987 гг. выделяется как аномальный в состоянии запаса криля. Это выразилось не только в значительном его уменьшении, но и в снижении агрегированности животных. Количество скоплений и биомасса рачков в них были самыми низкими за весь период проводимых ЮгНИРО наблюдений в море Содружества. Скопления были крайне неустойчивыми. В 1988 г. началось увеличение биомассы криля (обшей и в скоплениях), но промысловая обстановка оставалась нестабильной. Это подтвердили результаты работы промысловых судов.

В 1989–1990 гг. на фоне роста общей биомассы криля особенно заметным было ее увеличение в промысловых скоплениях. Последние располагались только в западной части моря на значительных по площади участках и были более устойчивыми, чем в предшествующий период.

Наиболее существенные флуктуации за рассматриваемый период характерны для биомассы промысловых агрегаций и их плотности. Они изменялись от значений, обеспечивающих высокорентабельный лов, до значений, практически исключавший его. Поэтому проблема промыслового прогнозирования для моря Содружества и других районов, где наблюдаются аналогичные колебания промысловых характеристик, стоит особенно остро.

Анализ данных о биологическом состоянии криля за период 1980–1990 гг. включал поиск связей между эффективностью воспроизводства и количеством молоди на следующий год; между ее обилием и пополнением запаса (в т. ч. промыслового) через 1–3 года.

Исследования размерно-возрастной структуры криля подтвердили выявленное ранее несоответствие между содержанием рачков в возрасте 1+ относительно старших возрастных групп.

Как предполагалось, основной причиной появления аномалии в кривых распределения частот размеров криля являлось несоответствие между дискретностью учетных съемок и локальным распределением молоди.

За период с 1980 по 1990 гг. повышенное (по отношению к другим группам) содержание молоди (одно- и двухлетний криль) наблюдалось на отдельных, локальных участках акватории моря Содружества в сезоны 1979/80, 1982/83, 1983/84 и 1987/88 гг.

По имеющимся данным антарктический криль в море Содружества может доживать до 6 лет. Чаше всего это наблюдается в северной группировке криля. В южной группировке шестилетние рачки за период с 1985 по 1990 гг. обнаружены только один раз в 1990 г. (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Возрастной состав и средняя длина уловов криля феврале 1985–1990 гг. к северу от антарктической дивергенции (АД) [16]

Год	Показатели	Возраст, годы				
		1+	2+	3+	4+	5+
1985	Средняя длина, мм	29,4	36,9	42,0	49,9	58,0
	Частота встречаемости, %	3,4	0,5	63,0	28,2	4,9
1986	Средняя длина, мм	20,0	35,0	41,0	49,4	55,0
	Частота встречаемости, %	0,7	4,4	9,3	71,5	14,2
1987	Средняя длина, мм	–	34,3	40,6	52,0	59,0
	Частота встречаемости, %	–	2,2	20,1	75,0	2,7
1988	Средняя длина, мм	23,16	–	37,1	46,4	–
	Частота встречаемости, %	0,8	–	4,7	94,5	–
1989	Средняя длина, мм	29,0	34,8	42,3	49,5	–
	Частота встречаемости, %	1,6	6,1	26,7	65,6	–
1990	Средняя длина, мм	27,6	37,4	45,4	52,0	–
	Частота встречаемости, %	0,7	13,0	76,0	10,3	–
Средняя длина за все годы, мм		27,7	35,7	41,6	49,9	57,3

Таблица 2 – Возрастной состав и средняя длина уловов криля в море Содружества в феврале 1985–1990 гг. к югу от АД [15]

Год	Показатели	Возраст, годы				
		1+	2+	3+	4+	5+
1985	Средняя длина, мм	25,0	35,6	45,7	52,5	–
	Частота встречаемости, %	4,4	10,5	77,3	7,7	–
1986	Средняя длина, мм	–	34,5	40,0	48,9	–
	Частота встречаемости, %	–	4,6	34,6	60,8	–
1987	Средняя длина, мм	24,0	35,0	41,3	50,0	–
	Частота встречаемости, %	0,05	37,2	31,3	31,5	–
1988	Средняя длина, мм	26,5	37,9	45,4	52,5	–
	Частота встречаемости, %	3,9	27,2	78,8	0,1	–
1989	Средняя длина, мм	35,6	38,6	46,1	50,9	–
	Частота встречаемости, %	3,0	25,2	69,9	1,8	–
1990	Средняя длина, мм	26,5	40,6	45,6	51,0	60,0
	Частота встречаемости, %	2,7	39,9	45,7	11,7	0,01
Средняя длина за все годы, мм		25,7	37,0	44,0	51,0	60,0

Таким образом, в море Содружества обнаружены существенные различия в размерном составе между особями северной и южной группировок криля. Можно считать, что криль, обитающий на юге моря, живет обычно 5 лет. Из таблиц 1 и 2 следует, что средние размеры

одновозрастных групп криля больше в южной группировке. Это приводит к тому, что в некоторые годы скорость роста особей этой группировки выше, чем таковая у северной.

Возрастной состав группировок различен. У южной группировки в течение 1985–1990 гг. наблюдались все возрастные группы, при этом отмечалось относительно закономерное междугодовое перемещение возрастных групп криля. В уловах всегда слабо представлено поколение 1+, доля которого не превышает 4,4 % от обшей численности. Вероятно, это связано с методикой сбора материала. Возрастной состав северной группировки при наличии всех возрастных групп, всегда сдвинут вправо, т. е. преобладают чаше всего особи в возрасте 4+ или реже 3+.

Молодь встречалась практически повсеместно в небольших количествах. В первую очередь это, относится к крилю в возрасте 1+. Положение зон обилия молоди существенно отличается от года к году, что свидетельствует о локальности массового нереста криля. Этот вывод требует иного, подхода к оценке численности данной возрастной группы.

В январе 1980 г. в центрально-западной части моря Содружества в уловах преобладал криль модальной группы 21–27 мм (поколение 1979 г.). В декабре 1978 – январе 1979 гг. на участке 63°40'–65°30' ю. ш., 60–65° в. д. отмечался активный нерест антарктического криля (количество самок на 4-й стадии составило в среднем 50 %). В феврале 1979 г. к югу от этой зоны была зафиксирована повышенная численность личинок на ранней стадии развития (калиптопис). Доля молоди в пределах выделенной зоны, ориентированной в меридиональном направлении, составила около 60 %, но абсолютные значения уловов в январе 1980 г. были невелики.

В восточной части моря Содружества и западной – моря Дейвиса, преобладал двухлетний криль (модальная группа 33–38 мм), идентифицируемый с поколением 1978 г. Участки обилия криля в возрасте 2+, были ориентированы в общем зонально и совпадали с районом, в пределах которого в 1979 г. доминировал криль длиной менее 28 мм (с некоторым сдвигом в западном направлении). В 1978 г. здесь была зафиксирована наибольшая частота встречаемости нерестовых самок и личинок криля. Но по сравнению с 1979 г. эффективность нереста была заметно ниже.

В 1981 г. поколение в виде трехлетнего криля преобладало в уловах в море Содружества; вклад же двухлетних особей (генерация 1979 г.) в общий запас не превышал 10 %. В 1982 г. размерная группа криля 46–51 мм, идентифицируемая с поколением 1978 г., составляла основу уловов (65 %). Состояние промыслового запаса было исключительно благоприятным.

Предполагается, что высокая продуктивность поколения 1978 г. была обеспечена эффективным нерестом в районе между 75–85° в. д. Это поколение внесло наибольший вклад в формирование обшей биомассы криля в море Содружества в 1981–1982 гг.

В январе 1983 г. молодь (модальная группа 18–24 мм), отнесенная к поколению 1982 г., преобладала в уловах в восточной части моря в зоне, простирающейся с северо-востока на юго-запад. На ряде станций ее доля достигала 90 % (в среднем 52 %) при высоких абсолютных значениях уловов.

В западной части моря Содружества эта группа (18–24 мм) также преобладала над всеми остальными группами. В уловах также встречался криль модальной группы 33–38 мм, которого идентифицировали с поколением 1981 г. В январе 1981 г. здесь отмечался эффективный нерест, а в феврале зафиксированы высокие концентрации личинок, особенно на участке между 63°30'–65°30' ю. ш., 58–65° в. д., что дает основания отнести оба поколения (1981 и 1982 гг.) к числу высокоурожайных.

Результаты работы научно-поисковых и промысловых судов позволили проследить за тем, как происходила миграция молоди криля (размерная группа 30–38 мм) в 1983 г. в зону материкового склона между 59–63° в. д. В январе-феврале его доля не превышала здесь 25 %, в марте она увеличилась до 40%, а в первой декаде апреля в уловах преобладал криль длиной менее 40 мм. В уловах некоторых тралений, выполненных на участке 59–61° в. д., его доля

достигала 80% общего улова. Однако в сезон 1983/84 гг. состояние запаса криля в море Содружества, определял двухлетний криль (генерация 1982 г.) – 60 %.

Предполагается, что увеличение запаса рачков в море Содружества в 1984 г., как и в 1982 г., произошло в основном за счет воспроизводства в восточной части региона и последующего поступления молоди в центрально-западные районы моря в системе Антарктического прибрежного течения.

Заметное омоложение популяции криля в море Содружества в 1984 г. (доля антарктического криля в возрасте 1+ и 2+ составляла 70 %) предполагало увеличение запаса в 1985–1986 гг. Однако этого не произошло. В 1985 г. величина запаса оказалась ниже по сравнению с 1984 г. Особенно большие изменения произошли в западной части моря. Например, биомасса скоплений уменьшилась здесь с марта 1984 г. по февраль 1985 г. почти на два порядка. В 1986 и 1987 гг., как отмечалось выше, тенденция к снижению величины запаса и особенно агрегированности криля, а также устойчивости скоплений продолжалась. В эти годы зафиксированы аномальные изменения в распределении руководящих форм зоопланктона и его биомассы.

В 1988 г. молодь криля, представленная поколениями 1987 г. (модальная группа 18–22 мм) и 1986 г. (группа 32–38 мм) в соотношении, близком 1:1, в значительных количествах встречалась восточнее 74° в. д. на акватории, превышающей 100 тыс. км^2, и на небольшом участке вблизи отмели Фрам молодь составляла почти 50%; на западе региона – только 3%.

На основании анализа промысловых уловов утверждалось, что численность молоди криля в восточной части региона была очень высокой. Это обеспечило увеличение запаса в 1989 и 1990 гг. за счет обоих поколений (1986 и 1987 гг.).

Во всех рассмотренных случаях высокого содержания молоди прослежено совпадение роста ее численности с изменением интенсивности макромасштабной циклоничности атмосферы над морем Содружества, с воздействием течений, формирующих зоны повышенных концентраций молоди, а также массового нереста и обилия личинок.

В 1980, 1983, 1988 гг. высокая численность молоди обеспечила значительное повышение запаса через 1–2 года. При этом, выяснилось, что ее вклад в численность криля в восточной части моря Содружества (вероятно, и в западной части моря Дейвиса) значительно больший, чем вклад за счет собственного нереста в западной части моря, где вынос молоди преобладает над миграцией. Данный элемент механизма формирования запаса криля позволяет увеличить заблаговременность прогноза его состояния до трех лет (с последующей корректировкой на основании данных о реальных гидрометусловиях).

Полученные результаты подтвердили схему вероятного дрейфа антарктического криля на разных этапах их жизненного цикла в системе основных элементов циркуляции вод исследуемого региона: таких как крупномасштабный циклон моря Содружества, южная ветвь АЦТ и Антарктическое прибрежное течение [14]. Однако после 1984 г. ожидаемого повышения запаса, несмотря на благоприятные предпосылки, не произошло. Для выяснения причин этого был предпринят поиск аномалий в атмосферных процессах, в структуре и динамике вод, в состоянии фитопланктона (кормовой базы криля).

Выяснилось, что в течение нескольких лет (с 1985 по 1987 гг.) циркуляция атмосферы над регионом характеризовалась преобладанием восточного зонального переноса не только к югу от 65° ю. ш., но и в зоне 60–65° ю. ш., где обычно доминирует западный перенос.

Эти принципиальные изменения зональной циркуляции определили снижение интенсивности макромасштабной циклоничности атмосферы, и как следствие, резкое уменьшение завихренности поля течений. Последнее привело к ослаблению эффекта удержания антарктического криля в пределах крупномасштабного циклона и сопровождалось усиленной его экспатриацией и значительным снижением степени агрегированности. В конечном счете, это предопределило уменьшение обшей биомассы антарктического криля и биомассы скоплений, невысокую плотность агрегаций и их неустойчивость [8].

До 1985 г. над регионом моря Содружества также отмечались случаи нарушения «обычных» зональных переносов в атмосфере. Так, в 1980-г. преобладание западного переноса распространилось на южную часть региона в результате ослабления восточного. Однако зафиксированные отклонения АЦТ от нормы для каждой зоны (60–65° и 65–70° ю. ш.) не были столь продолжительны, как в 1985–1987 гг.

Между атмосферной циркуляцией – наиболее интегральной характеристикой условий среды, и биолого-промысловыми показателями получены связи требуемого для прогноза уровня значимости с коэффициентами корреляции r = 0,80–0,85 (рис. 1, 2).

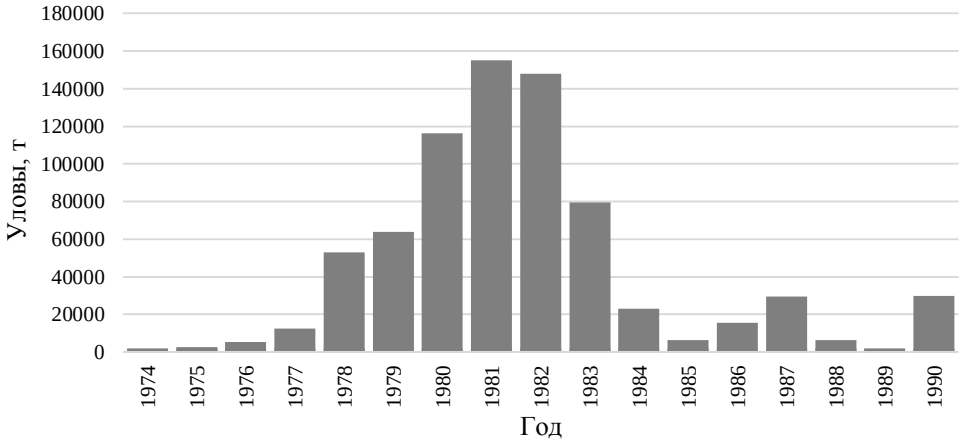


Рисунок 1 – Общий вылов криля в Антарктической части Индийского океана в 1974–1990 гг., согласно данным ФАО [1]

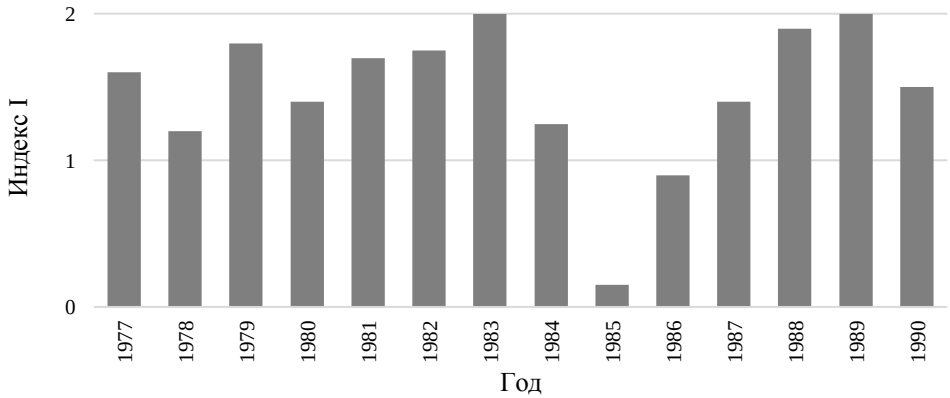


Рисунок 2 – Изменение интенсивности макромасштабной циклоничности атмосферы над регионом между 60–70° ю. ш. и 60–80° в. д. в 1977–1990 гг.
Примечание – значение индекса интенсивности макромасштабной циклоничности атмосферы (I) получено усреднением за январь и февраль по годам

Заблаговременность прогноза, основанного на выявленной связи, не превышает одного года. Это позволяет использовать данный метод в основном для краткосрочного прогнозирования состояния сырьевой базы криля. Отсутствие большей заблаговременности, чем один год, имеет глубокий физический смысл, подтверждающий, что долгосрочный прогноз должен основываться как на гидрометеорологических предпосылках, так и на биологических процессах с учетом их инерционности.

Прогноз о значительном увеличении запаса криля в 1990 г. основывался на результатах учетной съемки 1988 г., выявившей два высокоурожайных поколения (1986 и 1987 гг.), обеспечивших высокое пополнение. Экспедиционные исследования в море Содружества в 1990 г. полностью подтвердили этот прогноз.

Выводы. Запас (биомасса) криля в море Содружества формируется в основном за счет местного воспроизводства. Адвекция взрослых рачков из сопредельных районов заметного вклада в пополнение запаса не вносит.

Эффективность воспроизводства криля тесно связана с основными элементами крупномасштабной циркуляции вод. Пополнение запаса является наибольшим при интенсивном нересте в зоне возвратного течения и наименьшим (при равной активности нереста) в выносной зоне.

В периоды нарушения нормального зонального переноса в атмосфере, прежде всего, когда в зоне 60–65° ю. ш. на длительное время (сезон или несколько сезонов) устанавливается восточный перенос и межгодовые изменения запаса определяются процессами экспатриации, это периодически приводит к существенному снижению локального запаса.

Показано, что в рассматриваемый период (1972–1990 гг.) отмечены существенные, многократные внутригодовые и межгодовые флуктуации биомассы промысловых агрегаций криля и их плотности. Эти показатели изменялись от значений, обеспечивающих высокорентабельный лов, до значений, практически исключавший промысел.

Список использованной литературы:

1. FAO. 2023. Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950–2021 (FishStatJ). URL: www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj (дата обращения: 06.11.2023).
2. *Макаров Р. Р., Савич М. С.* Особенности распределения и биомасса фитопланктона в морях Содружества и Космонавтов // Комплексные исследования экосистемы пелагиали в морях Содружества и Космонавтов: Сборник научных трудов ВНИРО. 1988. С. 69–82.
3. *Бизиков В. А.*, *Шуст К. В.* История изучения и освоения запасов антарктического криля; перспективы его промысла отечественным флотом // Труды ВНИРО. 2007. Т. 147. С. 11–26.
4. *Гершанович Д. Е., Любимова Т. Г.* Двадцать экспедиций НПС «Академик Книпович» // Рыбное хозяйство. 1980. № 7. С. 14–16.
5. *Бибик В. А., Брянцев В. А., Коваленко Л. А.* Прогноз уловов антарктического криля в море Содружества с двухлетней заблаговременностью // Труды ЮгНИРО. 1995. Т. 41. С. 103–104.
6. *Самышев Э. З.* Антарктический криль и структура планктонного сообщества в его ареале. М.: Наука. 1991. 168 с.
7. *Цейтлин В. Б.* Биомасса и продукция антарктического криля // Комплексные исследований пелагиали Южного океана. М., 1989. С. 118–122.
8. *Ланин В. И., Асеев Ю. П., Кляусов А. В. и др.* Океанографические предпосылки формирования и межгодовой изменчивости состояния высокопродуктивной экосистемы моря Содружества // II Всесоюзное совещание. Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы их рационального использования. 22–24 сентября 1987. Керчь, 1987. С. 34–36.
9. *Ледниченко В. А.* Макромасштабная меридиональная циркуляция вод в Индоокеанском секторе Антарктики и ее межгодовая изменчивость // Результаты океанографических исследований в пелагиали Индийского океана: сборник научных трудов ВНИРО, АзЧерНИРО. М.: ВНИРО, 1983. С. 15–19.
10. Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks (BIOMASS) Data Set (1980–1985). URL: https://www.bodc.ac.uk/resources/inventories/edmed/report/628/1 (дата обращения: 06.11.2023).
11. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023622749. Материалы по биологии и промыслу антарктического криля *Euphausia superba*, полученные в экспедициях «ЮгНИРО» и управления «Югрыбпромразведка» в Индоокеанском секторе Антарктики в период 1972–1990 гг. / Д. Г. Битютский, Ю. В. Корзун, Н. А. Мисарь. Дата регистрации 14.08.2023 г.

12. *Асеев Ю. П.* К изучению размерно-возрастной структуры и величины популяции антарктического криля (*Euphausia superba* Dana) в индоокеанском секторе Антарктики / автореф. дис … канд. биол. наук: 03.00.18 / Асеев Юрий Петрович. Севастополь, 1978. 25 с.
13. *Кляусов А. В.* Межгодовая изменчивость геострофической циркуляции вод моря Содружества и условия среды в районах агрегирования криля // Сырьевые ресурсы Южного океана и проблемы их рационального использования. Керчь, 1987. С. 78–80.
14. *Кляусов А. В., Ланин В. И.* Некоторые особенности структуры вихрей зоны Антарктической дивергенции. Комплексные исследования экосистемы пелагиали в морях Содружества и Космонавтов // Сборник научных трудов ВНИРО. 1988. С. 43–53.
15. *Бибик В. А., Рубинштейн И. Г., Мироненко Н. И.* К вопросу о схеме жизненного цикла *E. superba* Dana в море Содружества // 3 Всесоюзное совещание «Сырьевые ресурсы Южного океана»: тезисы докладов. М, 1990. С. 23–24.

References:

1. FAO. 2023. Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950–2021 (FishStatJ). (In English). Available at: www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj (accessed 06.11.2023).
2. Makarov R. R., Savich M. S. Osobennosti raspredeleniya i biomassa fitoplanktona v moryakh Sodruzhestva i Kosmonavtov [Features of phytoplankton distribution and biomass in the seas of the Commonwealth and Cosmonauts]. *Sbornik nauchnykh trudov VNIRO* «Kompleksnye issledovaniya ehkosistemy pelagiali v moryakh Sodruzhestva i Kosmonavtov» [Collection of scientific papers of VNIRO “Complex studies of the pelagic ecosystem in the seas of the Commonwealth and Cosmonauts”], 1988, pp. 69–82. (In Russian).
3. Bizikov V. A., Shust K. V. Istoriya izucheniya i osvoeniya zapasov antarkticheskogo krilya; perspektivy ego promysla otechestvennym flotom [The history of the study and development of Antarctic krill stocks; prospects for its fishing by the domestic fleet]. *Trudy VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 2007, vol. 147, pp. 11–26. (In Russian).
4. Gershanovich D. E., Lyubimova T. G. Dvadtsat' ehkspeditsii NPS «Akademik Knipovich» [Twenty expeditions of the SSV “Akademik Knipovich”] *Rybnoe khozyaistvo* [Fisheries], 1980, no. 7, pp. 14–16. (In Russian).
5. Bibik V. A., Bryantsev V. A., Kovalenko L. A. Prognoz ulovov antarkticheskogo krilya v more Sodruzhestva s dvukhletnei zablagovremennost'yu [Forecast of Antarctic krill catches in the Commonwealth Sea with a two-year lead time]. *Trudy YuGNIRO* [Proceedings of YugNIRO], 1995, vol. 41, pp. 103–104. (In Russian).
6. Samyshev E. Z. Antarkticheskii kril' i struktura planktonnogo soobshchestva v ego areale [Antarctic krill and the structure of the plankton community in its range]. Moscow, Nauka Publ., 1991, 168 p. (In Russian).
7. Tseitlin V. B. Biomassa i produktsiya antarkticheskogo krilya [Biomass and production of Antarctic krill]. *Kompleksnye issledovanii pelagiali Yuzhnogo okeana* [Comprehensive studies of the pelagic zone of the Southern Ocean]. Moscow, 1989, pp. 118–122. (In Russian).
8. Lanin V. I., Aseev Yu. P., Klyausov A. V. et al. Okeanograficheskie predposylki formirovaniya i mezhgodovoi izmenchivosti sostoyaniya vysokoproduktivnoi ehkosistemy morya Sodruzhestva [Oceanographic prerequisites for the formation and interannual variability of the state of the highly productive ecosystem of the Commonwealth sea]. *2 Vsesoyuznoe soveshchanie. Syr'evye resursy Yuzhnogo okeana i problemy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya. 22–24 sentyabrya 1987* [2nd All-Union Meeting. Raw resourses of the Southern Ocean and the problems of their rational use. September 22-24, 1987]. Kerch, 1987, pp. 34–36. (In Russian).
9. Lednichenko V. A. Makromasshtabnaya meridional'naya tsirkulyatsiya vod v Indookeanskom sektore Antarktiki i ee mezhgodovaya izmenchivost' [Macroscale meridional circulation of waters in the Indian Ocean sector of Antarctica and its interannual variability]. *Sbornik nauchnykh trudov VNIRO, AzCherNIRO «Rezul'taty okeanograficheskikh issledovanii v*

pelagiali Indiiskogo okeana» [Collection of scientific papers of VNIRO, AzCherNIRO “Results of oceanographic research in the pelagial of the Indian Ocean”]. Moscow, VNIRO Publ., 1983, pp. 15–19. (In Russian).

10. Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks (BIOMASS) Data Set (1980–1985). (In English). Available at: https://www.bodc.ac.uk/resources/inventories/edmed/report/628/1 (дата обращения 06.11.2023).
11. Bityutskii D. G., Korzun Yu. V., Misar' N. A. *Materialy po biologii i promyslu antarkticheskogo krilya Euphausia superba, poluchennye v ehkspeditsiyakh «YuGNIRO» i upravleniya «Yugrybpromrazvedka» v Indookeanskom sektore Antarktiki v period 1972-1990 gg.* [Materials on the biology and fishing of Antarctic krill Euphausia superba, obtained in the expeditions of YugNIRO and Yugrybpromrazvedka in the Indian Ocean sector of Antarctica in the period 1972-1990]. Author’s license no. 2023622749, 14.08.2023. (In Russian).
12. Aseev Yu. P. *K izucheniyu razmerno-vozrastnoi struktury i velichiny populyatsii ntarkticheskogo krilya (Euphausia superba Dana) v indookeanskom sektore Antarktiki. Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk* [To study the size-age structure and population size of Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) in the Indian Ocean sector of Antarctica. Cand. biol. sci. diss. abstr.]. Sevastopol', 1978, 25 p. (In Russian).
13. Klyausov A. V. Mezhgodovaya izmenchivost' geostroficheskoi tsirkulyatsii vod morya Sodruzhestva i usloviya sredy v raionakh agregirovaniya krilya [Interannual variability of geostrophic circulation of waters of the Commonwealth Sea and environmental conditions in areas of krill aggregation]. *Syr'evye resursy Yuzhnogo okeana i problemy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya* [Raw resources of the Southern Ocean and the problems of their rational use]. Kerch, 1987, pp. 78–80. (In Russian).
14. Klyausov A. V., Lanin V. I. Nekotorye osobennosti struktury vikhrei zony Antarkticheskoi divergentsii. Kompleksnye issledovaniya ehkosistemy pelagiali v moryakh Sodruzhestva i Kosmonavtov [Some features of the vortex structure of the Antarctic divergence zone. Comprehensive studies of the pelagic ecosystem in the seas of the Commonwealth and Cosmonauts]. *Sbornik nauchnykh trudov VNIRO* [Collection of scientific papers of VNIRO]. Moscow, VNIRO Publ., 1988, pp. 43–53. (In Russian).
15. Bibik V.A., Rubinshtein I.G., Mironenko N.I. *K voprosu o skheme zhiznennogo tsikla E. superba Dana v more Sodruzhestva* [On the question of the life cycle scheme of *E. superba* Dana in the Commonwealth Sea]. *Tezisy dokladov 3 Vsesoyuznoe soveshchanie «Syr'evye resursy Yuzhnogo okeana»* [Abstracts of the 3rd All-Union meeting “Raw resources of the Southern Ocean”]. Moscow, 1990, pp. 23–24. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Кухарев Николай Николаевич	главный специалист сектора Мирового океана отдела «Керченский» Азово-Черноморского филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ») 298300, Республика Крым, г. Керчь, ул. Свердлова, 2. kuharevnn@azniirkh.vniro.ru
Kuharev Nikolay Nikolaevich	Chief Specialist of the World Ocean Sector in the Kerch Department The Azov-Black Sea Branch of “VNIRO” (“AzNIIRKH”) 298300, Republic of Crimea, Kerch, Sverdlova str., 2 kuharevnn@azniirkh.vniro.ru
Корзун Юрий Васильевич	главный специалист сектора Мирового океана отдела «Керченский» Азово-Черноморский филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ») 298300, Республика Крым, г. Керчь, ул. Свердлова, 2 korzunyv@azniirkh.vniro.ru

Korzun Yuriy Vasilievich	Chief Specialist of the World Ocean Sector in the Kerch Department The Azov-Black Sea Branch of “VNIRO” (“AzNIIRKH”) 298300, Republic of Crimea, Kerch, Sverdlova str., 2 korzunyv@azniirkh.vniro.ru
Битютский **Дмитрий** **Геннадьевич**	канд. биол. наук, заместитель начальника отдела «Керченский» Азово-Черноморский филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ») 298300, Республика Крым, г. Керчь, ул. Свердлова, 2 dgbitiutskii@yandex.ru
Bitiutskii Dmitrii Gennadievich	Ph.D. (Biol.), Deputy Head of the Kerch Department The Azov-Black Sea Branch of “VNIRO” (“AzNIIRKH”) 298300, Republic of Crimea, Kerch, Sverdlova str., 2 dgbitiutskii@yandex.ru

УДК 639.371.2.03:331.42(470.62) **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.007**

Полин А.А., Шевченко В.Н., Суетников А.В.

ТЕМРЮКСКИЙ ОСЕТРОВЫЙ РЫБОВОДНЫЙ ЗАВОД. ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ОСЕТРОВЫХ В ПЕРИОД С 1967 ПО 2022 ГОД

Аннотация. С момента зарегулировании стока рр. Дон и Кубань важнейшее значение в формировании и поддержании численности естественных популяций осетровых в Азовском бассейне стало играть искусственное воспроизводство, для осуществления которого в регионе была организована крупная государственная сеть воспроизводственных предприятий – осетровых рыбоводных заводов. В 1967 г. в устье р. Кубань был запущен Темрюкский осетровый рыбоводный завод. В статье проведен анализ данных об объемах искусственного воспроизводства Темрюкским осетровым рыбоводным заводом в период 1967-2022 гг. Отмечено значительное сокращение совокупных объемов выращивания и выпусков молоди осетровых в современный период относительно показателей XX века. Установлено замещение выпусков молоди особо ценных видов менее ценными: доминирование в объемах выпусков молоди пресноводной стерляди, значительное сокращение объемов выпусков севрюги, отсутствие выращивания и выпусков молоди белуги. Показано, что существует значительная диспропорция в видовом составе ремонтно-маточных стад Темрюкского осетрового рыбоводного завода в сторону доминирования менее ценных объектов аквакультуры (преимущественно стерляди) и недостатка особей более ценных видов (в особенности белуги, а также севрюги). Акцентировано внимание на том, что производственные мощности Темрюкского осетрового рыбоводного завода нуждаются в реконструкции и модернизации.
Ключевые слова: Азово-Кубанский район, р. Кубань, Темрюкский осетровый рыбоводный завод, белуга, осетр русский, севрюга, стерлядь, искусственное воспроизводство.

Polin A.A., Shevchenko V.N., Suetnikov A.V.

TEMRYUK STURGEON HATCHERY. ARTIFICIAL REPRODUCTION OF STURGEON IN 1967-2022

Abstract. From the moment the river Don and Kuban flow was regulated, artificial reproduction began to play a major role in the formation and maintenance of natural populations of sturgeon fish in the Azov basin. Large state network of reproduction enterprises - sturgeon factories - was organized in the region. The Temryuk sturgeon hatchery has organized on Kuban river in 1967. The article analyzes data on the volume of artificial reproduction by the Temryuk sturgeon hatchery in the period 1967-2022. A decrease in the following volumes of cultivation and production of juvenile sturgeon fish was noted in the modern period of the twentieth century. The replacement of the release of juveniles of special breeds with less valuable ones has been established: dominance in the volume of release of juvenile freshwater sterlet, a reduction in the volume of release of stellate sturgeon a complete abandonment of the cultivation and release of juvenile beluga. It is shown that there is a disproportion in the species composition of the replacement broodstock of the Temryuk sturgeon hatchery towards the dominance of less developed regions (mainly sterlet) and the maintenance of individuals of higher species (especially). beluga, as well as stellate sturgeon). Attention is focused on the fact that the productivity of the Temryuk sturgeon hatchery is morally and physically outdated and, therefore, is in the stage of reconstruction and progress.
Keywords: Azov-Kuban region, r. Kuban, Temryuk sturgeon hatchery, huso, russian sturgeon, stellate sturgeon, sterlet, artificial reproduction.

Введение. До зарегулирования русел рр. Дон и Кубань в середине XX века экосистема бассейна Азовского моря включала 5 видов осетровых: белуга *Huso huso maeoticus* Sal'nikov and Malyatskiy, 1934, осетр русский *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt et Ratzeburg, 1833,

севрюга *Acipenser stellatus* Pallas, 1771, шип *Acipenser nudiventris* Lovetsky, 1828 и стерлядь *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 [1]. Большинство указанных видов имели промысловое значение вплоть до начала XXI века.

В связи с активным гидростроительством и, как следствие, зарегулированием стока рек, проходные осетровые потеряли возможность доступа из мест нагула в Азовском и Черном морях к естественным нерестилищам, расположенным выше по течению впадающих рек.

В настоящее время все виды осетровых Азовского бассейна занесены в Красные книги соответствующих субъектов Российской Федерации [2-6]. Азовская белуга, стерлядь бассейна р. Дон и шип включены в Красную книгу Российской Федерации [7]. Добыча (вылов) осетровых в Азовском бассейне запрещена.

С момента зарегулировании стока рр. Дон и Кубань важнейшее значение в формировании и поддержании численности естественных популяций осетровых в Азовском бассейне стало играть искусственное воспроизводство, для осуществления которого в регионе была организована крупная государственная сеть воспроизводственных предприятий – осетровых рыбоводных заводов [1].

История Темрюкского осетрового рыбоводного завода начинается в 1932 г., когда на Вербенской косе в месте впадения р. Кубань в Азовское море была организована рыбоводная станция. Первоначально рыбоводное предприятие занималось выращиванием полупроходных рыб: судака, леща и тарани. Только спустя 20 лет в 1952 г. завод сменил профиль, перейдя на выращивание осетровых.

Для решения проблемы снижения численности популяций осетровых в 1964 г. было принято решение о строительстве масштабного комплекса по воспроизводству осетровых в целях компенсации негативного влияния гидростроительства. Оптимальное расположение Темрюкского завода в устье р. Кубань позволяло результативно вести свою деятельность в непосредственной близости от мест заготовки производителей и выпуска выращенной молоди.

В 1967 г. был официально запущен Темрюкский осетровый рыбоводный завод (ТОРЗ), который в соответствии с проектной мощностью должен был обеспечивать ежегодное выращивание и выпуск в естественную среду обитания 6,146 млн экз. молоди осетровых.

За более чем полувековую историю ТОРЗ неоднократно менял организационно-правовую форму и подведомственность, всегда оставаясь государственным предприятием, осуществляющим искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов (преимущественно осетровых).

Многолетняя история ТОРЗ с учетом его значимой роли в сохранении популяций особо ценных и ценных видов водных биоресурсов – осетровых рыб представляет несомненный интерес для анализа.

Целью исследования является анализ данных об объемах искусственного воспроизводства осетровых ТОРЗ в период 1967-2022 гг.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили фондовые данные Азово-Черноморского филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)) – результаты многолетней работы в рамках выполнения государственного задания по теме «Мониторинг деятельности организаций по искусственному воспроизводству водных биоресурсов в отношении применения биотехнических показателей по разведению водных биоресурсов и качества выпускаемой молоди (личинок), а также обследования на наличие заболеваний водных биологических ресурсов и объектов аквакультуры».

В работе проведен анализ объемов выращивания и выпуска в естественную среду обитания молоди осетровых за период с 1967 г. по 2022 г. включительно. В анализе учтены совокупные объемы выпусков молоди рыб: как в рамках выполнения государственного задания по искусственному воспроизводству (за счет соответствующей субсидии), так и в

целях компенсации ущерба водным биологическим ресурсам и среде их обитания от хозяйственной деятельности организаций (в рамках приносящей доход деятельности), а также за счет собственных средств организации. Дополнительно в работе представлены данные об актуальных производственных мощностях ТОРЗ и состоянии ремонтно-маточных стад (РМС).

Результаты исследования и их обсуждение. ТОРЗ расположен в Темрюкском районе Краснодарского края на правом берегу р. Кубань примерно в 8 км от места ее впадения в Азовское море (рис. 1).

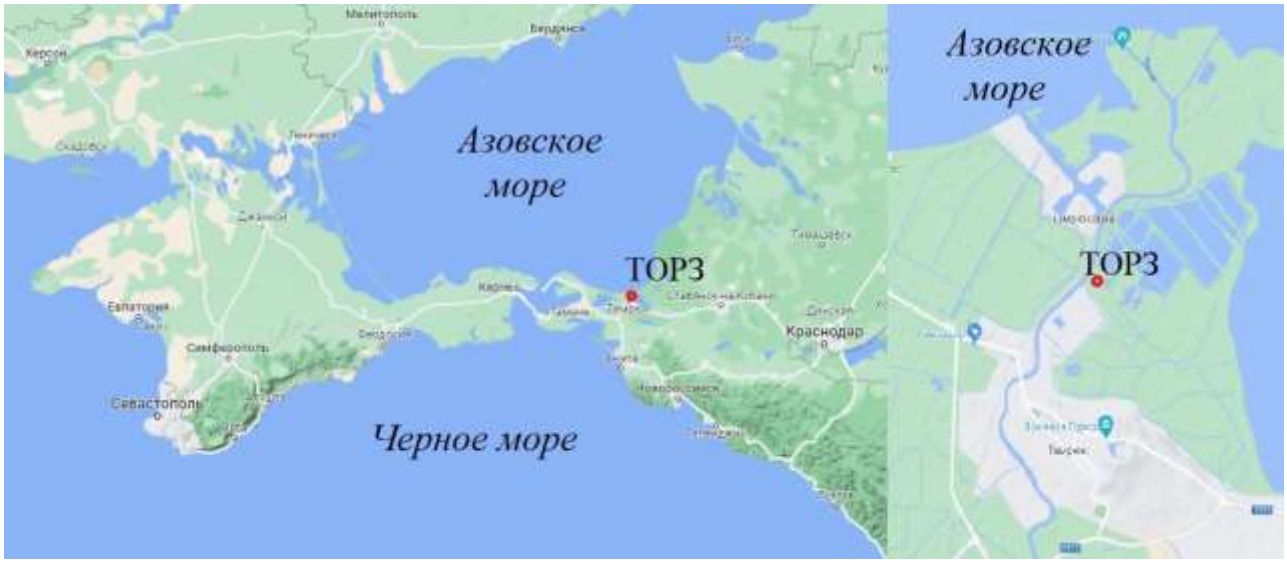


Рисунок 1 – Карта-схема расположения ТОРЗ

В настоящее время ТОРЗ является обособленным (структурным) подразделением Федерального государственного бюджетного учреждения «Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов (ФГБУ «Главрыбвод»), находится в зоне деятельности Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод».

На протяжении последних десятилетий предприятие использует для воспроизводства собственные РМС осетровых. Завод является полносистемным осетровым рыбоводным хозяйством. Производственный цикл завода включает все этапы рыбоводного процесса по выращиванию РМС, выращиванию и воспроизводству молоди осетровых [8].

ТОРЗ выполняет работы по искусственному воспроизводству проходных осетровых (белуги, осетра русского, севрюги) и пресноводной стерляди в рамках выполнения государственного задания за счет соответствующей субсидии, а также в целях компенсации ущерба водным биологическим ресурсам и среде их обитания, причиненного хозяйственной деятельностью организаций за счет приносящей доход деятельности.

В рамках государственного задания по искусственному воспроизводству ТОРЗ решает следующие основные задачи:

- выращивание осетровых видов рыб с их последующим выпуском в водные объекты рыбохозяйственного значения (в бассейн Азовского моря, р. Кубань с притоками (Краснодарский край));
- формирование, содержание, эксплуатация и учет РМС осетровых видов рыб;
- осуществление мечения и чипирования осетровых видов рыб из состава РМС.

По состоянию на 2023 г. производственная мощность ТОРЗ по выращиванию и выпуску молоди осетровых составляла 1,782 млн экз. осетра русского, либо 2,582 млн экз. стерляди, либо 1,782 млн экз. севрюги за один рыбоводный тур.

Для выполнения работ по искусственному воспроизводству водных биоресурсов ТОРЗ располагает следующей производственной базой:

- цех длительного выдерживания производителей (ЦДВП), включающий 24 бетонных

бассейна;

- 4 садка Куринского типа для содержания РМС;
- «зимовальный канал», в котором осуществляется содержание РМС в период их зимовки;
- инкубационный цех, оборудованный 4 инкубационными аппаратами «Осетр» (с 16 «вкладышами» каждый) и аппаратом для обесклеивания икры (АОИ), а также 11 резервными инкубационными аппаратами «Ющенко», которые использовались вплоть до рыбоводного сезона 2022 г. включительно;
- цех для подращивания личинок и молоди, оборудованный 297 бассейнами ИЦА-2;
- прудовый комплекс, состоящий из 33 выростных прудов общей площадью 70 га, в т. ч. 31 пруд площадью по 2 га и 2 пруда площадью по 4 га.

Как было указано, актуальная производственная мощность ТОРЗ значительно ниже проектной (около 2 млн экз. молоди осетровых в год в настоящее время и около 6 млн экз. по проекту). В качестве основных причин снижения производственной мощности завода необходимо отметить физический и моральный износ предприятия. С момента строительства основных цехов (1967 г.) рыбоводный завод ни разу не проходил реконструкцию и модернизацию (за исключением текущих ремонтных работ). Исходные производственные мощности подвержены значительному износу и устареванию. Прудовый комплекс завода в настоящее время практически не используется. В разные годы последних десятилетий от 90 до 100 % объёма подращивания личинок и молоди проводилось только бассейновым методом.

Кроме указанного, на снижении результативности по выращиванию и выпуску молоди значительно сказался переход от метода заготовки диких производителей к работе с особями из состава собственных РМС.

На ТОРЗ работы по формированию РМС ведутся с начала 2000-х годов [9, 10], когда из-за невозможности вылова (добычи) производителей в естественной среде обитания, осетровым рыбоводным заводам Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна пришлось искать иной путь организации искусственного воспроизводства. В последние годы большая часть производителей, участвующих в нерестовых кампаниях, это особи, выращенные в заводских условиях по технологической схеме «от икры до икры». Определяющую роль как в объемах выращивания молоди, так и ее видовом составе играет состояние РМС заводов, и, в первую очередь, численность (биомасса) и качество зрелых производителей в конкретном году.

В настоящее время на ТОРЗ выращиваются разновозрастные особи РМС осетровых, содержание которых осуществляется как за счет субсидии на выполнение государственного задания («бюджетное» стадо), так и за счет приносящей доход деятельности организации («внебюджетное» стадо).

По данным весеннего бонитировочного учета 2023 г., «бюджетное» стадо ТОРЗ состоит из: 6 экз. белуги общей массой 403,2 кг, 1 304 экз. осетра русского общей массой 2 239,5 кг (в т. ч. 173 производителя, включая 104 самки), 557 экз. севрюги общей массой 588,65 кг (в т. ч. 32 производителя, включая 16 самок), 4 076 экз. стерляди общей массой 2 724,89 кг (в т. ч. 753 производителя, включая 545 самок).

«Внебюджетное» стадо ТОРЗ состоит из: 626 экз. осетра русского общей массой 1 931 кг (в т. ч. 173 производителя, включая 110 самок), 237 экз. севрюги общей массой 593,1 кг, 7 экз. осетра сибирского общей массой 59,45 кг, 2 061 экз. стерляди общей массой 1 674, 87 (в т.ч. 472 производителя, включая 414 самок), 209 экз. гибридов осетровых общей массой 212,55 кг.

Очевидна диспропорция в составе РМС разных видов. Вероятно, определяющая причина сложившейся ситуации – различия в эколого-биологических характеристиках особей разных видов и, как следствие, различный уровень сложности формирования их РМС. Так наиболее ранним половым созреванием, меньшей продолжительностью гаметогенеза, значительно большей долей повторно нерестующих особей характеризуется

стерлядь закономерно доминирующая в составе РМС завода. Наиболее сложным объектом выращивания является белуга, численность которой в составе РМС ТОРЗ минимальна.

В настоящее время количественные и качественные характеристики РМС являются определяющим фактором, влияющим на видовой состав и количество выращиваемой и выпускаемой в естественную среду обитания молоди. На протяжении более полувековой истории ТОРЗ объемы выращивания и выпуска молоди осетровых сильно варьировали (рис. 2).

Рисунок 2 – Совокупные объемы выпущенной ТОРЗ молоди осетровых в период 1967-2022 гг., млн экз.

Наиболее высокие показатели искусственного воспроизводства были характерны для ТОРЗ в XX веке, когда объемы выращивания и выпусков в естественную среду обитания молоди осетровых оценивались как стабильно высокие и достигали 7 млн экз. в год (максимумы отмечены в 1973 г. – 7,318 млн экз. и в 1980 г. – 7,186 млн экз.).

В начале XXI века, преимущественно в связи с переходом на работу с РМС, объемы выращивания и выпусков молоди значительно сократились и уже не превышали 5,149 млн экз. осетровых в 2004 г., а позднее – 4,037 млн экз. в год (2011 г.). За последние 5 лет наилучшие результаты были достигнуты ТОРЗ в 2018 г., когда совокупный объем выпуска молоди осетровых составил 2,646 млн экз.

Помимо общих объемов выпусков в разные годы значительно отличалось соотношение видов выпускаемой молоди. На рисунке 3 представлены объемы выращивания и выпусков в водные объекты рыбохозяйственного значения молоди видов осетровых в 1967-2022 гг.

Рассматривая данные по каждому виду в отдельности, можно выделить временные интервалы, для каждого из которых характерен ряд особенностей, связанных как с объемом выпускаемой молоди, так и с количественным доминированием молоди осетровых разных видов.

В 70-х годах прошлого столетия рассматриваемый рыбоводный завод концентрировал свои мощности на воспроизводстве севрюги (до 5,950 млн экз. в год в 1971 г.), что значительно превышало совокупные объемы выпусков по другим видам. Субдоминантное положение в объемах выпусков занимала молодь осетра русского наибольший объем которой в рассматриваемый период был выпущен в 1975 г. – 1,812 млн экз. Кроме указанных видов, в период 1966-1968 гг. ТОРЗ осуществлял выпуски в естественную среду обитания молоди белуги. Максимум выпусков данного вида пришелся на 1973 г., когда в водные объекты рыбохозяйственного значения ТОРЗ было выпущено 1,754 млн экз.

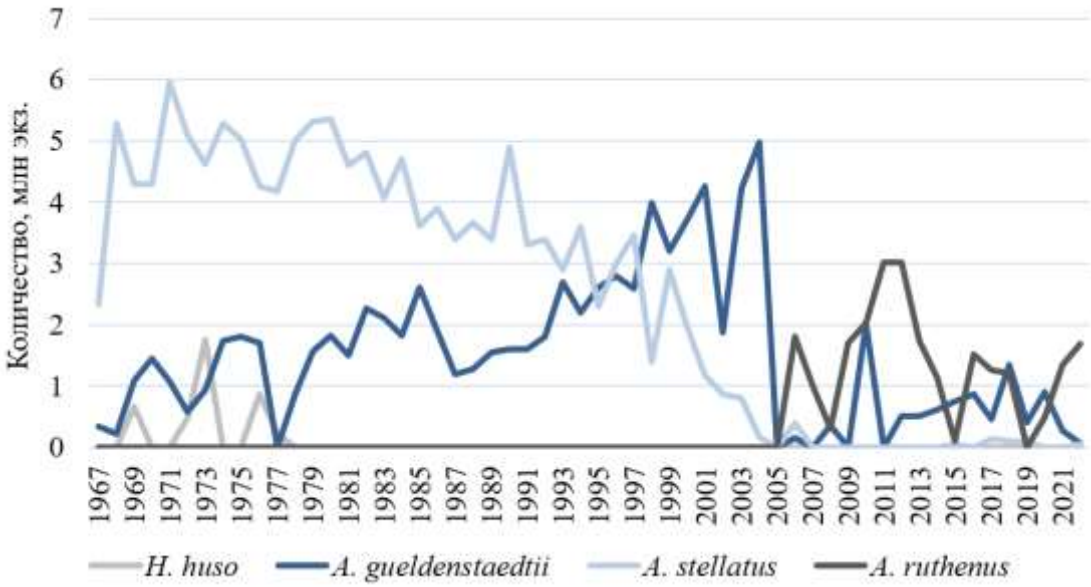


Рисунок 3 – Количество выпущенной ТОРЗ молоди разных видов осетровых в период 1967-2022 гг., млн экз.

Для 80-90-х годов XX века характерен значительный рост количества и доли выращивания и выпусков молоди осетра русского. В 80-х пик выпусков молоди данного вида был зафиксирован в 1985 г. (2,601 млн экз.). В 1998 г. объем выпуска молоди осетра русского достиг рекордного для данного периода значения – 3,990 млн экз. Вместе с тем для рассматриваемого периода (как и в последующем) характерно значительное снижение объемов выращивания и выпусков молоди севрюги, достигшее к 2000-м минимальных значений за весь рассматриваемый период.

Для начала 2000-х характерно доминирование в объемах выпусков молоди осетра русского, максимум выпуска молоди, которого за всю историю деятельности ТОРЗ был достигнут ТОРЗ в 2004 году и составил 4,974 млн экз. При этом в разы сократились объемы выпусков молоди севрюги, достигающие в отдельные годы современного периода нулевых значений.

После 2004 г. отмечено значительное сокращение совокупных объемов выпусков молоди осетровых ТОРЗ. В современный период объемы выпусков молоди осетра русского не превышали 2,026 млн экз. в 2010 г. и 1,202 млн экз. в 2018 г., севрюги – 0,130 млн экз. в 2017 г. С 2006 г. на фоне общего снижения объемов выпусков ТОРЗ начал осуществлять искусственное воспроизводства ранее не выращиваемой пресноводной стерляди, которая в современный период стала доминирующим объектом выпусков ТОРЗ. В 2012 г. общий объем выпусков стерляди достиг 3,018 и 3,012 млн экз. в 2011 и 2012 гг. соответственно.

Выводы. Анализ данных об искусственном воспроизводстве осетровых ТОРЗ за период 1967-2022 гг. позволяет сделать следующие выводы:

1. Отмечено значительное сокращение совокупных объемов выращивания и выпусков в естественную среду обитания молоди осетровых в современный период относительно показателей начала XXI века и еще в большей степени относительно показателей XX века.

2. Показано замещение выпусков молоди особо ценных видов менее ценными, но «технологически простыми» в выращивании: доминирование в последние годы в объемах выпусков молоди пресноводной стерляди, значительное сокращение объемов выпусков севрюги, отсутствие выпусков белуги.

3. Выявлена значительная диспропорция в видовом составе РМС ТОРЗ, выражающаяся в доминировании менее ценных, но «легких» в выращивании объектов аквакультуры (преимущественно стерляди) и недостатка особей более ценных видов, но «технологически сложных» (в особенности белуги, а также севрюги).

4. Установлено, что производственные мощности ТОРЗ морально и физически

устарели и нуждаются в реконструкции и модернизации.

В качестве основных рекомендаций, направленных на повышение эффективности искусственного воспроизводства ТОРЗ можно выделить следующие:

1. В настоящее время достижение высокой эффективности искусственного воспроизводства возможно только при условии тщательной работы по формированию, содержанию и эксплуатации РМС. Приоритета заслуживают работы по формированию РМС наиболее ценных проходных видов осетровых (в случае ТОРЗ особого внимания заслуживают РМС белуги и севрюги). Кроме указанного, важно отметить показанную ранее [11, 12] необходимость подбора родительских пар для нерестовых кампаний с учетом их генотипов: подбор родительских пар рекомендуется осуществлять на основании данных молекулярно-генетического анализа, обеспечивая сохранение редких генотипов и снижение уровня инбридинга.

2. Считаем необходимым оснащение завода элементами, обеспечивающими возможность водоподготовки, контроля и регуляции качества воды (в первую очередь температурного и кислородного режимов). Одним из приоритетных направлений развития завода считаем необходимость восстановления прудовых площадей, позволяющих обеспечить не только наращивание количественных показателей выпускаемой молоди, но и обеспечить ее адаптацию к естественным условиям обитания. Особое внимание необходимо уделять созданию оптимальных условий содержания РМС.

3. С учетом значительной недоиспользованности кормовых ресурсов Азовского моря, считаем целесообразным увеличение объемов искусственного воспроизводства осетровых ТОРЗ, так как в настоящее время только мероприятия по искусственному воспроизводству способны обеспечить увеличение популяций проходных осетровых до уровня, позволяющего восстановить их промысел. Приоритет в выращивании и выпусках молоди осетровых необходимо отдавать особо ценным проходным видам таким как белуга, осетр русский, севрюга.

Список использованной литературы:

1. *Горбачева Л.Т., Горбенко Е.В., Панченко М.Г.* К вопросу развития искусственного воспроизводства азовских осетровых в связи со 150-летием осетроводства России // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3. № 4. С. 111-119. DOI: 10.47921/2619-1024_2020_3_4_111.
2. Красная книга Ростовской области / Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области: 2-е изд. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. Т. 1. Животные. 280 с.
3. Красная книга Краснодарского края. Животные. 3-е изд. / отв. ред. А.С. Замотайлов, Ю.В. Лохман, Б.И. Вольфов. Краснодар: Администрация Краснодарского края, 2017. 720 с.
4. Красная книга Республики Крым. Животные / отв. ред. С.П. Иванов, А.В. Фатерыга. Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. 440 с.
5. Красная книга города Севастополя / Главное управление природных ресурсов и экологии города Севастополя. Калининград; Севастополь: ИД «РОСТ-ДОАФК», 2018. 432 с.
6. Красная книга Республики Адыгея. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира: в 2-х частях. Т. 2. 2-е изд. Майкоп: Типография «Качество», 2012. 376 с.
7. Красная книга Российской Федерации. Том «Животные». 2-ое изд. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. 1128 с.
8. *Пашкин Д.В., Жеребцов В.Д.* К совершенствованию методов выращивания молоди осетровых рыб в Краснодарском крае // Международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов. IV Балтийский морской форум». Калининград, Калининградский государственный технический университет, 2016. С. 99-101.

9. *Соколова, А.П., Могильных А.А*. Перспективы инновационного развития осетровых рыбоводных заводов // Экономика и управление. 2014. № 1. С. 62-66.
10. *Гайдамаченко В.Н., Небесихина Н.А., Алимова А.Ш.* Генетическое разнообразие ремонтно-маточного стада русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) на Темрюкском заводе в современный период // Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития: материалы I Международной научно-практической конференции. М.: Изд-во ВНИРО, 2023. С 79-83.
11. *Чебанов М.С., Галич Е.В.* Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб: технический доклад ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре. Анкара: ФАО, 2013 (переиздание). 325 с. URL: https://www.fao.org/3/i2144r/i2144r.pdf (дата обращения: 04.10.2023).
12. *Лепешков А.Г., Иванова Е.А., Кульба С.Н., Небесихина Н.А.* Генетическое разнообразие производителей русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) из ремонтно-маточных стад рыбоводных предприятий Азово-Черноморского бассейна // Труды АзНИИРХ. 2019. Т. 2. С. 189-195.

References:

1. Gorbacheva L.T., Gorbenko E.V., Panchenko M.G. K voprosu razvitija iskusstvennogo vosproizvodstva azovskih osetrovyh v svyazi so 150-letiem osetrovodstva Rossii [On the issue of the development of artificial production of Azov sturgeons in connection with the 150th anniversary of Russian sturgeons]. *Vodnye bioresursy i sreda obitanija* [Aquatic bioresources and habitat], 2020, vol. 3, no. 4, pp. 111-119. (In Russian). DOI: 10.47921/2619-1024_2020_3_4_111.
2. *Krasnaia kniga Rostovskoi oblasti. Ministerstvo prirodnykh resursov i ekologii Rostovskoi oblasti.* Tom 1. Zhivotnye [Red Book of the Rostov Region. Ministry of Natural Resources and Ecology of the Rostov Region. Vol. 1. Animals]. Rostov-on-Don, Minprirody Rostovskoi oblasti Publ., 2014, 280 p. (In Russian).
3. Zamotailov A.S., Lokhman Iu.V., Vol'fov B.I. (eds.) *Krasnaia kniga Krasnodarskogo kraia. Zhivotnye* [Red Book of the Krasnodar Territory. Animals]. Krasnodar, Administraciya Krasnodarskogo kraya, 2017, 720 p. (In Russian).
4. Ivanov S.P., Fateryga A.V. *Krasnaia kniga Respubliki Krym. Zhivotnye* [Red Book of the Republic of Crimea. Animals]. Simferopol', ARIAL Publ., 2015, 440 p. (In Russian).
5. *Krasnaia kniga goroda Sevastopolia. Glavnoe upravlenie prirodnykh resursov i ekologii goroda Sevastopolia* [Red book of the city of Sevastopol. The Main Department of Natural Resources and Ecology of the city of Sevastopol]. Kaliningrad; Sevastopol', ROST-DOAFK Publ., 2018, 432 p. (In Russian).
6. Krasnaia kniga Respubliki Adygeia. Redkie i nakhodiashchiesia pod ugrozoi ischeznoveniia obekty zhivotnogo i rastitel'nogo mira. Tom 2 [Red Book of the Republic of Adygea. Rare and endangered objects of flora and fauna. Vol. 2]. Maikop, Tipografiia «Kachestvo» Publ., 2012, 376 p. (In Russian).
7. *Krasnaia kniga Rossiiskoi Federatsii. Tom «Zhivotnye»* [Red Book of the Russian Federation. Vol. “Animals’]. Moscow, VNII Ekologiya Publ., 2021, 1128 p. (In Russian).
8. Pashkin D.V., Zherebtsov V.D. K sovershenstvovaniyu metodov vyraschyvaniya molodi osertovykh ryb v Krasnodarskom krae [Improving methods for rearing juvenile sturgeon fish in the Krasnodar region]. *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya «Vodnye bioresursy, akvakultura i ecologiya. 4 Baltysky morskoy forum»* [International scientific conference “Aquatic biological resources, aquaculture and ecology of reservoirs. IV Baltic Marine Forum”]. Kaliningrad, KSTU Publ., 2016, pp. 99-101. (In Russian)
9. Sokolova A.P., Mogilnykh A.A. erspektivy innovacionnogo razvitiya osetrovykh rybovodnykh zavodov [Prospects for innovative development of sturgeon hatcheries]. *Ekonomika i upravlenie* [Economics and Management], 2014, no. 1, pp. 62-66. (In Russian).
10. Gaidamachenko V.N., Nebesikhina N.A., Alimova A.Sh. Geneticheskoe raznoobrazie

remontno-matochnogo stada russkogo osetra (*Acipenser gueldenstaedtii*) na Temryukskom zavode v sovremenny period [Genetic diversity of the broodstock of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) at the Temryuk hatchery in the modern period]. *Materialy 1 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Rybokhozyaistvenny kompleks Rossii: problemy i perspektivy razvitiya»* [Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference "Fishery complex of Russia: problems and development prospects"]. Moscow, VNIRO Publ., 2023, pp. 79-83. (In Russian).

11. Chebanov M.S., Galich E.V. *Rukovodstvo po iskusstvennomu vosproizvodstvu osetrovykh ryb* [Guidance on artificial reproduction of sturgeons]. Ankara, FAO Publ., 2013, 325 p. (In Russian). Available at: https://www.fao.org/3/i2144r/i2144r.pdf (accessed 04.10.2023).
12. Lepeshkov A.G., Ivanova E.A., Kul'ba S.N., Nebesihina N.A. Geneticheskoe raznoobrazie proizvoditelej russkogo osetra (*Acipenser gueldenstaedtii*) iz remontno-matochnyh stad rybovodnyh predprijatij Azovo-Chernomorskogo bassejna [Genetic diversity of sturgeon spawners (*Acipenser gueldenstaedtii*) from rearing stocks of fish farms in the Azov-Black Sea basin]. *Trudy AzNIIRH* [Proceedings of AzNIIRH], 2019, vol. 2, pp. 189-195. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Полин Антон Алексеевич	канд. биол. наук, заведующий сектором искусственного воспроизводства Азово-Черноморский филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ») 350000, г. Краснодар, ул. Гоголя, 46 polin_a_a@mail.ru
Polin Anton Alexeyevich	Ph.D. (Biol.), Head of the artificial reproduction sector Azov-Black Sea Branch "VNIRO" ("AzNIIRKH") 350000, Krasnodar, Gogolya st., 46 polin_a_a@mail.ru
Шевченко Виктория Николаевна	канд. биол. наук, начальник центра аквакультуры Азово-Черноморский филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ») 344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, д. 21 в horosheltseva_v_n@azniirkh.ru
Shevchenko Viktoriya Nikolaevna	Ph.D. (Biology), Head of the aquaculture centre Azov-Black Sea Branch "VNIRO" ("AzNIIRKH") 344002, Rostov-on-Don, Beregovaya st., 21 horosheltseva_v_n@azniirkh.ru
Суетников Андрей Валерьевич	ведущий специалист лаборатории ихтиопатологии Азово-Черноморский филиал «ВНИРО» («АзНИИРХ») 350000, г. Краснодар, ул. Гоголя, 46 suetnikov_a_v@mail.ru
Suetnikov Andrey Valerievich	leading specialist of the laboratory of ichthyopathology Azov-Black Sea Branch "VNIRO" ("AzNIIRKH") 350000, Krasnodar, Gogolya st., 46 suetnikov_a_v@mail.ru

УДК 576. 89(470+571) **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.008**

Стрелкова О. В., Иваненко А. М.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАРАЗИТОФАУНЫ РЫБ НЕКОТОРЫХ ВОДОЁМОВ СРЕДНЕРУССКОЙ РАВНИНЫ

Аннотация. Методом неполного паразитологического анализа было исследовано 67 *экз.* рыб шести видов из пяти водоемов Среднерусской равнины: Десногорское (Смоленская обл.), Курчатовское (Курская обл.), Истринское (Московская обл.) водохранилища; из Шатурской системы озёр – Муромское и Святое (Московская обл.) и р. Ворона (Тамбовская обл.). Обнаружен 21 вид паразитов, представляющих 9 нозологических единиц: Trematoda, Cestoda, Monogenea, Nematoda, Mollusca, Crustacea, Hirudinea, Acanthocephales, Cnidosporidia. Для оценки степени сходства (различий) паразитофаун водоёмов использовали коэффициент Жаккара и Кабиоша. Наибольшее сходство видов отмечено в Десногорском вдхр. и Шатурской системе озер – Муромское и Святое (C_j = 0,272; К = 0,602), а отличие – в Истринском вдхр. и р. Ворона (К = 0; C_j = 0,999).
Ключевые слова: Среднерусская равнина, паразитофауна, Trematoda, Cestoda, Monogenea, Nematoda, коэффициент Кабиоша, коэффициент Жаккара.

Strelkova O. V., Ivanenko A. M.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PARASITIC FAUNA OF FISH IN SEVERAL RESERVOIRS IN THE CENTRAL RUSSIAN PLAIN

Abstract. The incomplete parasitological analysis method was used to investigate 67 fish specimens of six species from five reservoirs of the Central Russian Plain: Desnogorsk (Smolensk Region), Kurchatov (Kursk Region), Istra (Moscow Region) reservoirs; from the Shatura lakes – Muromskoye and Svyatoye (Moscow Region) and the river Vorona (Tambov Region). 21 species of parasites representing 9 nosological units were detected: Trematoda, Cestoda, Monogenea, Nematoda, Mollusca, Crustacea, Hirudinea, Acanthocephales, Cnidosporidia. Jaccard's and Kabiosh's coefficients were used to assess the degree of similarity (difference) between parasitic faunas of reservoirs. The greatest similarity of species was noted in Desnogorsk reservoir and Shatura lakes – Muromskoye and Svyatoye (C_j = 0,272; К = 0,602), and difference – in the Istra reservoir and the river Vorona (К = 0; C_j = 0,999).
Key words: Central Russian plain, parasitofauna, Trematoda, Cestoda, Monogenea, Nematoda, Kabiosh coefficient, Jaccard coefficient.

Введение. Исследования в области мониторинга паразитофауны водоёмов проводятся с целью предотвращения возникновения эпизоотических очагов потенциально опасных как для человека, так и гидробионтов, особую тревогу у ихтиопатологов вызывают виды с сильно выраженной патогенностью. Примерами наиболее часто встречаемых инвазий могут служить заражения метацеркариями трематод *Paracoenogonimus ovatus* Katsurata, 1914 и *Pseudamphistomum truncatum* Rudolphi, 1819.

Paracoenogonimus ovatus широко распространен в водоёмах европейской и сибирской частей России. Случаи заражения людей метацеркариями этого паразита пока не выявлены, но по мнению Т. М. Кудрявцевой [2020] данный вид вполне может стать возбудителем параценогонимоза и у человека, поскольку половозрелой стадии (мариты) трематода достигает именно в гомойотермных хозяевах. Подтверждением к сказанному может послужить эксперимент автора на *Mesocricetus auratus* (сирийский хомячок) [1].

Хорошо известен и *Pseudamphistomum truncatum* – возбудитель псевдамфистомоза. Первые случаи заражения трематодой зарегистрированы недалеко от бассейнов рек Дона и Волги. Статистические сводки указывают на период с 1997 по 2002 г., когда количество инфицированных граждан достигло максимальных значений [2].

Регулярное исследование водоёмов с целью выявления опасных для человека видов делает работу ихтиопатологов поистине значимой, поскольку от их работы, напрямую зависит здоровье и благополучие граждан.

Целью наших исследований является изучение фауны паразитов рыб в водоемах центральной части России и их сравнительный анализ при помощи коэффициентов Кабиоша и Жаккара.

Материалы и методы исследования. Ихтиопаразитологическое исследование проводили в четырех субъектах Центрального федерального округа России: Смоленской, Курской, Тамбовской и Московских областях (рис. 1). Материал был собран в период с июня по июль 2022 г. в водоёмах разного типа.

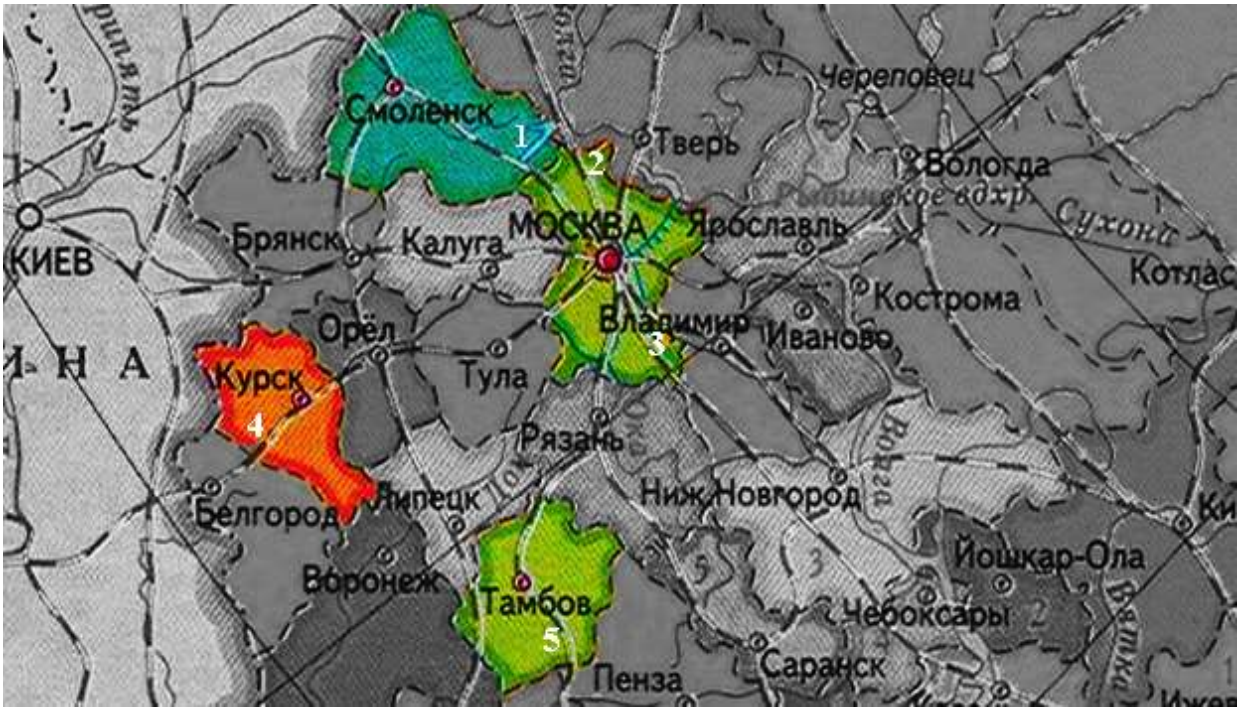


Рисунок 1 – Исследованные водоёмы центральной части России: 1 – Десногорское вдхр.; 2 – Истринское вдхр.; 3 – Шатурская система озёр – Муромское и Святое; 4 – Курчатовское вдхр.; 5 – р. Ворона

Всего неполному паразитологическому исследованию было подвергнуто 67 *экз.* рыб 6 видов (табл. 1): речной окунь (*Perca fluviatilis*) – 17 *экз.*, обыкновенный судак (*Sander lucioperca*) – 8 *экз.*, лещ (*Abramis brama*) – 27 *экз.*, плотва (*Rutilus rutilus*) – 8 *экз.*, мозамбикская тиляпия (*Oreochromis mossambicus*) – 2 *экз.*, серебряный карась (*Carassius gibelio*) – 5 *экз.*

Исследования проводили общепринятыми в ихтиопаразитологии методами [3, 4]. Для эколого-фаунистической оценки заражённости рыб использовали такие показатели, как экстенсивность (Э.И., %) и интенсивность (И.И., *экз.*) инвазии, индекс обилия (И.О., *экз.*/рыбу).

Коэффициент общности (различия) паразитофаун водоёмов определяли по формуле Жаккара (1):

$$Cj = \frac{j}{a + b - j}, \quad (1)$$

где a – число видов паразитов одного водоёма;
b – число видов паразитов второго водоёма;
j – число общих видов паразитов исследованных водоёмов.

Таблица 1 – Характеристика исследованных рыб по водоёмам Среднерусской равнины

Водоём	Количество исследованных рыб, экз.	M, г min–max Ср. ± m_x	L, см min–max Ср. ± m_x	Соотношение полов ♀:♂
Речной окунь (*Perca fluviatilis*)				
Десногорское вдхр.	3	112,5–449,0 359,9 ± 125,4	21,0–30,5 27,2 ± 3,1	1:0
Речной окунь (*Perca fluviatilis*)				
Курчатовское вдхр.	1	564,0	33,5	0:1
Истринское вдхр.	7	152,0–249,0 213,0 ± 29,6	23,5–26,5 25,1 ± 0,7	1:0
Ворона	6	218,2 ± 93,9	24,4 ± 2,7	1:0
Обыкновенный судак (*Sander lucioperca*)				
Курчатовское вдхр.	5	136,0–748,0 473,8 ± 148,6	28,0–48,0 37,8 ± 4,8	0:1
Истринское вдхр.	3	233,0–385,0 298,3 ± 45,1	31,0–35,0 32,6 ± 1,2	1:2
Лещ (*Abramis brama*)				
Десногорское вдхр.	13	141,3–469,5 247,1 ± 64,7	22,0–31,5 25,0 ± 1,8	1:0
Курчатовское вдхр.	1	191,0	25,1	0:1
Истринское вдхр.	7	55,0–745,0 285,4 ± 189,6	18,5–40,0 26,4 ± 5,5	1:6
Ворона	3	146,0–305,0 250,3 ± 52,2	23,5–30,0 26,8 ± 1,9	1:2
Святое и Муромское оз.	3	81,0–153,0 221,6 ± 46,3	20,0–25,0 26,7 ± 3,5	0:1
Плотва (*Rutilus rutilus*)				
Ворона	8	126,0–256,0 191,8 ± 26,5	22,0–26,5 24,3 ± 1,1	1:1
Мозамбикская тиляпия (*Oreochromis mossambicus*)				
Курчатовское вдхр.	2	858,0–917,0 887,5 ± 24,1	32,5–33,0 32,7 ± 0,2	1:0

Согласно формуле (1), чем ближе результат вычисления к единице, тем выше сходство.

Для контроля использовали коэффициент Кабиоша (2), результат которого характеризуется обратным эффектом. Соответственно, чем меньше значение, – тем выше сходство [5]:

$$K = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{\left(\frac{x-a}{x}\right)^2 + \left(\frac{y-a}{y}\right)^2}, \qquad (2)$$

где x и y – число видов в сравниваемых множествах;

a – число общих видов.

Расчет индексов и построение диаграмм осуществляли при помощи программного пакета Microsoft Excel из набора программ Microsoft Office.

Идентификацию найденных паразитов проводили при помощи определителей [6, 7, 8, 9] и светового микроскопа («Микромед 3»).

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследования из 67 *экз*. рыб было инвазированно 40 *экз*. (59,7 %). Обнаружен 21 вид паразитов, представляющих 9 нозологических единиц: Trematoda, Cestoda, Monogenea, Nematoda, Mollusca, Crustacea, Hirudinea, Acanthocephales, Cnidosporidia. Доли каждой единицы в паразитофауне рыб представлены на рисунке 2.

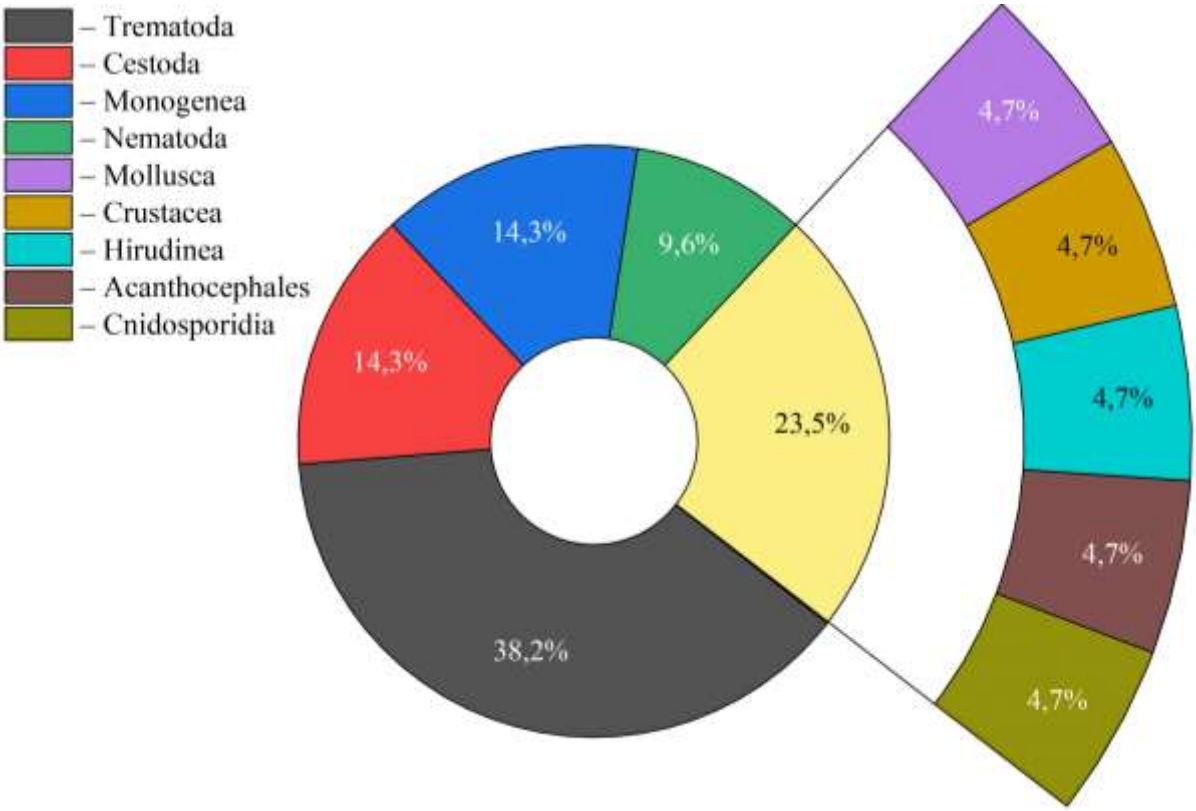


Рисунок 2 – Процентное соотношение различных систематических групп паразитов в паразитофауне рыб Среднерусской равнины

Наибольшая часть обнаруженных паразитов представлена классом Trematoda (38,2 %), наименьшие процентные доли разделили между собой представители пяти крупных таксономических групп: Mollusca, Hirudinea, Cnidosporidia, Acanthocephales и Crustacea (по 4,7 %).

В обследованных водоёмах выявлено от 2 до 11 видов паразитов. Наибольшее количество обнаружено в р. Ворона (11 видов) и Десногорском вдхр. (10 видов). Остальные водоёмы имели меньшее видовое разнообразие: Шатурская система озёр (Муромское и Святое) – 2 и Истринское вдхр. – 7 видов (табл. 2). Рыбы из Курчатовского вдхр. не содержали паразитов, такие результаты, по нашему мнению, связаны с малым объёмом выборки (9 *экз*.).

Копеподы оказывают различное влияние на организм рыб: одни способны вызывать опухоли (*Clavella irina*) – деформирующие жаберные лепестки, другие быть нейтральными, не вызывая явных патологий (*Ergasilus sieboldi*). Однако, стоит отметить, что только их присутствие может существенно ухудшить физиологическое состояние рыбы. Обнаруженные нами *Ergasilus sieboldi* (рис. 3) в пробах из Десногорсокого и Истринского вдхр. не вызывают особого беспокойства у рыб, поскольку показатели степени заражённости остаются в приемлемых границах (табл. 3).

Таблица 2 – Паразитофауна рыб водоёмов Среднерусской равнины

Паразит	Хозяин	Локализация*	Водоём			
			Десногорское вдхр.	оз. Шатурские (Святое и Муромское)	Истринское вдхр.	р. Ворона
TREMATODA						
Diplostomum volvens	окунь	L	+	–	–	–
Posthodiplostomum cuticola	лещ	S	+	–	+	–
Tylodelphys clavata	лещ, окунь, судак	V	+	+	+	–
Paracoenogonimus ovatus	лещ, плотва	M	+	–	–	+
Ichthyocotylurus erraticus	судак	H	–	–	+	
Diplostomum spathaceum	окунь, лещ, плотва	V	–	–	–	+
Posthodiplostomum brevicaudarum	окунь, плотва	V	–	–	–	+
Pseudamphistomum truncatum	плотва	M	–	–	–	+
CESTODA						
Triaenophorus nodulosus	окунь	Li	+	–	+	–
Ligula incestinalis	лещ	P	+	+	–	–
Khawia sinensis	лещ	I	–	–	+	–
MONOGENEA						
Diplozoon paradoxum	лещ, плотва	G	+	–	–	+
Paradiplozoon bliccae	плотва	G	–	–	–	+
Dactylogyrus vastator	лещ, окунь	G	+	–	–	+
NEMATODA						
Camallanus lacustris	окунь	I	+	–	–	–
Capillaria tomentosa	окунь	I	–	–	+	–
MOLLUSCA						
Глохидии унониды	окунь	G	+	–	–	+
CRUSTACEA						
Ergasilus sieboldi	окунь, лещ	G	+	–	+	–
HIRUDINEA						
Piscicola geometry	окунь, лещ	S	–	–	–	+
ACANTHOCEPHALES						
Acantocephalus lucii	окунь	I	–	–	–	+
CNIDOSPORIDIA						
Myxobolus musculi	лещ	M	–	–	–	+
Примечание: V– стекловидное тело; S – поверхность тела; G – жабры; L – хрусталик; Li – печень; M – мышцы; I – кишечник; H – сердце; P – полость тела.						

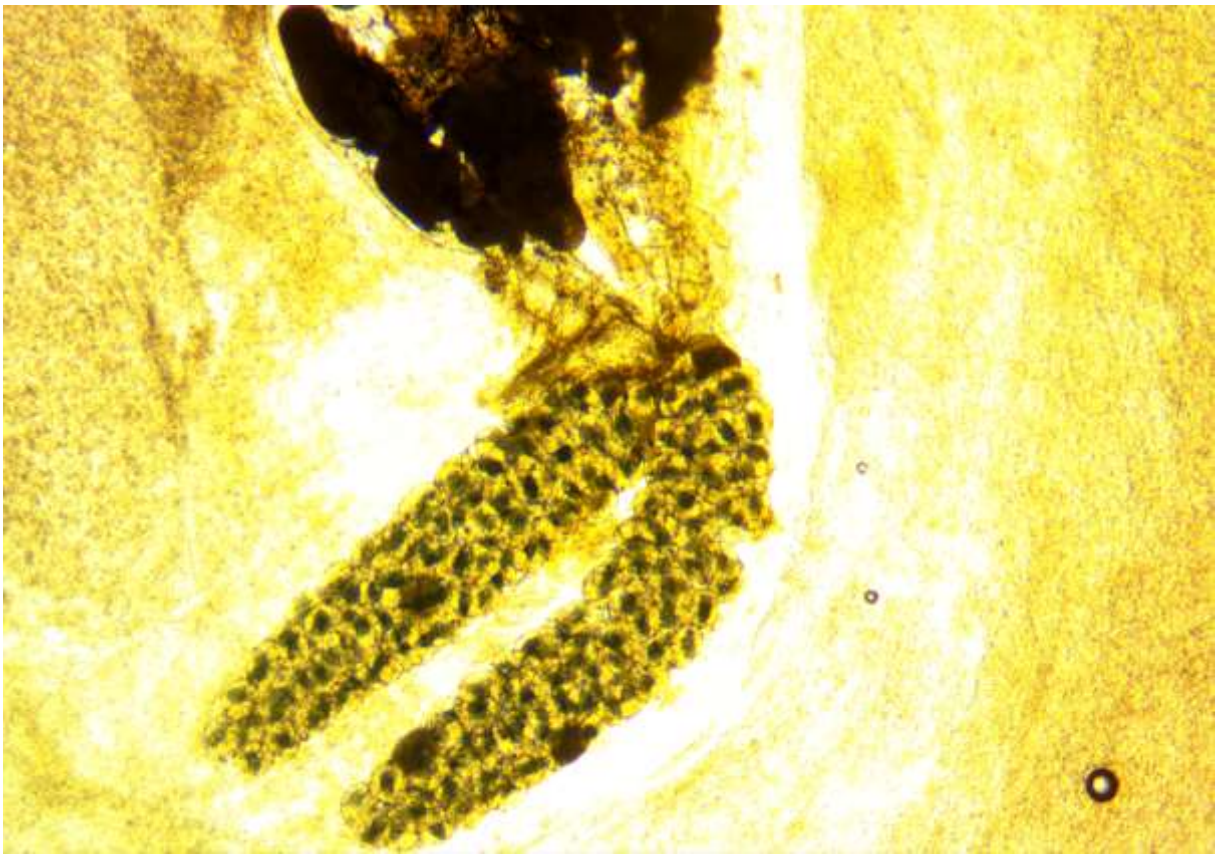


Рисунок 3 – *Ergasilus sieboldi* на жаберных лепестках *Sander lucioperca* L., 1758 (фото ВНИИПРХ)

Таблица 3 – Сравнительная характеристика заражённости рыб паразитами в Десногорском и Истринском водохранилищах

Паразит	Хозяин	Уровень заражённости					
		Десногорское вдхр.			Истринское вдхр.		
		ЭИ, %	ИИ	ИО	ЭИ, %	ИИ	ИО
			экз.			*экз.*	
Diplostomum volvens	Окунь	33,3	6,0	2,0	–	–	–
Posthdiplostomum cuticola	Лещ	76,9	5,6	4,3	42,8	3,6	1,6
Tylodeiphis clavate	Лещ	15,4	1,5	0,2	28,5	2,0	0,6
	Окунь	–	–	–	100,0	95,4	95,4
	Судак	–	–	–	100,0	44,3	44,3
Paracoenogonimus ovatus	Лещ	7,7	2,0	0,1	–	–	–
Ichthyocotylurus erraticus	Судак	–	–	–	33,3	15,0	5,0
Ichthyocotylurus sp.	Судак	–	–	–	33,3	19,0	6,3
Triaenophorus nodulosus	Окунь	33,3	10,0	3,3	60,0	1,0	0,6
Ligula incestinalis	Лещ	7,6	3,0	0,2	–	–	–
Khawia sinensis	Лещ	–	–	–	14,5	4,0	0,6
Diplozoon paradoxum	Лещ	84,6	8,7	7,3	–	–	–
Dactylogyrus vastator	Лещ	23,1	8,0	1,8	–	–	–
Camallanus lacustris	Окунь	33,3	3,0	1,0	–	–	–
Capillaria tomentrosa	Окунь	–	–	–	20,0	1,0	0,2
Глохидия унионидыы	Окунь	66,7	2,0	5,3	–	–	–
Ergasilus sieboldi	Окунь	66,7	2,0	5,3	–	–	–
	Лещ	61,5	13,0	7,1	57,1	12,2	7,0

При массовых инфекциях, вызываемых моногениями *Diplozoon paradoxum* (рис. 4) и *Paradiplozoon bliccae* рыба может страдать от серьёзных повреждений жабр, которые приводят в начале к дисфункции жаберного аппарата, а позже к гибели. Так в пробах из р. Ворона обнаружены спайники двух видов, степень заражения которыми невелика (ЭИ –12,5 %, ИИ – 4,0 *экз.*, ИО – 0,5 *экз.*) (табл. 4).

Рисунок 4 – Моногенея *Diplozoon paradoxum* в поле зрения объектива

Постодиплостомоз – болезнь пресноводных рыб, вызываемая личинкой дигенетического сосальщика *Posthodiplostomum cuticola* (Nordmann, 1832). Как известно, сильная инвазия *P. cuticola* отрицательно влияет на упитанность и жирность рыб, тем самым наносит ощутимый ущерб рыбоводной отрасли. Выделяют основные причины, которые приводят к расширению ареала представителей этого вида: благоприятная температура, подходящие гидрохимические, гидрологические показатели и наличие паратенических хозяев (Mollusca), численность которых напрямую зависит от антропогенной нагрузки. Метацеркарии *Pseudamphistomum truncatum* (Rudolphi, 1819) имеют преимущественную локализацию в спинных мышцах. Их цисты покрыты плотной гиалиновой оболочной, но более тонкую по сравнению с *Paracoenogonimus ovatus*, который обычно встречается в комплексе с *P. Truncatum* [10, 11].

Как показали исследования, метацеркарии *P. ovatus* вызывают гиперемию и резко выраженную инфильтрацию мышц. На границе с капсулой личинка разрастается рыхлая соединительная ткань, пронизанная густой сетью кровеностных сосудов и инфильтрованная лимфоцитами и эозинофилами. Разросшаяся соединительная ткань оттесняет мышечные волокна, они истончаются, что приводит к ухудшению качества рыбной продукции [5, 11, 12]. К таким последствиям может привести высокая степень заражения, как например, в р. Ворона, где ЭИ составила 100,0 % (плотва), а ИИ и ИО по 105,0 *экз.*/рыбу соответственно.

Род *Ichtyocotylurus* в трематодофауне рыб Истринского вдхр. представлен 2 видами – *I. erraticus* и *I. sp.* у обыкновенного судака, ЭИ – 33,3 %, а ИИ варьировала от 15,0 до 19,0 *экз.*/рыбу, ИО – от 5,0 до 6,3 *экз.*/рыбу.

Плоский червь *Triaenophorus nodulosus* (рис. 5,6) имеет широкий круг хозяев. Его плероцеркоиды в большинстве случаев локализуются в печени. Заражение цестодой вызывает увеличение влажного веса печени на 42 %. По мнению Г. И. Извековой (2001), такая реакция является адаптационно-компенсаторным механизмом в ответ на раздражение, вызванное инкапсуляцией нодулосуса. Особое внимание при ихтиопаразитилогическом исследовании стоит уделять рыбам молодых возрастов, т. к. в основном именно эта возрастная категория (малёк) характеризуется наибольшей подверженностью к заражению цестодой [13, 14].

Таблица 4 – Уровень заражения рыб паразитами в Шатурской системе оз. (Святое и Муромское) и р. Ворона

Паразит	Хозяин	Группа рыб, водоём					
		оз. Шатурские (Святое и Муромское)			р. Ворона		
		ЭИ, %	ИИ	ИО	ЭИ, %	ИИ	ИО
			экз.			*экз.*	
Tylodeiphis clavata	Судак	75,0	22,0	16,7	–	–	–
	Окунь	100,0	195,0	195,0	–	–	–
Ligula incestinalis	Лещ	100,0	7,0	7,0	–	–	–
Diplozoon paradoxum	Плотва	–	–	–	12,5	4,0	0,5
Dactylogyrus vastator	Лещ	–	–	–	33,3	68,0	22,6
	Плотва	–	–	–	32,0	12,5	4,0
Глохидия унионидыи	Лещ	66,6	18,0	12,0	–	–	–
	Окунь	–	–	–	16,7	12,0	2,0
Piscicola geometry	Лещ	–	–	–	16,7	1,0	0,2
	Окунь	–	–	–	33,3	3,0	4,0
Diplostomum spathaceum	Окунь	–	–	–	16,7	1,0	0,2
	Лещ	–	–	–	33,3	3,0	1,0
	Плотва	–	–	–	62,0	50,0	31,0
Paradiplozoon bliccae	Плотва	–	–	–	12,5	4,0	0,5
Postdiplostomum brevicaudarum	Плотва	–	–	–	12,5	1,0	0,1
Acantocephalus lucii	Окунь	–	–	–	16,7	1,0	0,2
Paracoenogonimus ovatus	Лещ	–	–	–	75,0	66,7	50,0
	Плотва	–	–	–	100,0	105,0	105,0
Pseudamphistomum truncatum	Плотва	–	–	–	12,5	1,0	0,125
Myxobolus musculi	Лещ	–	–	–	33,3	20,0	6,7

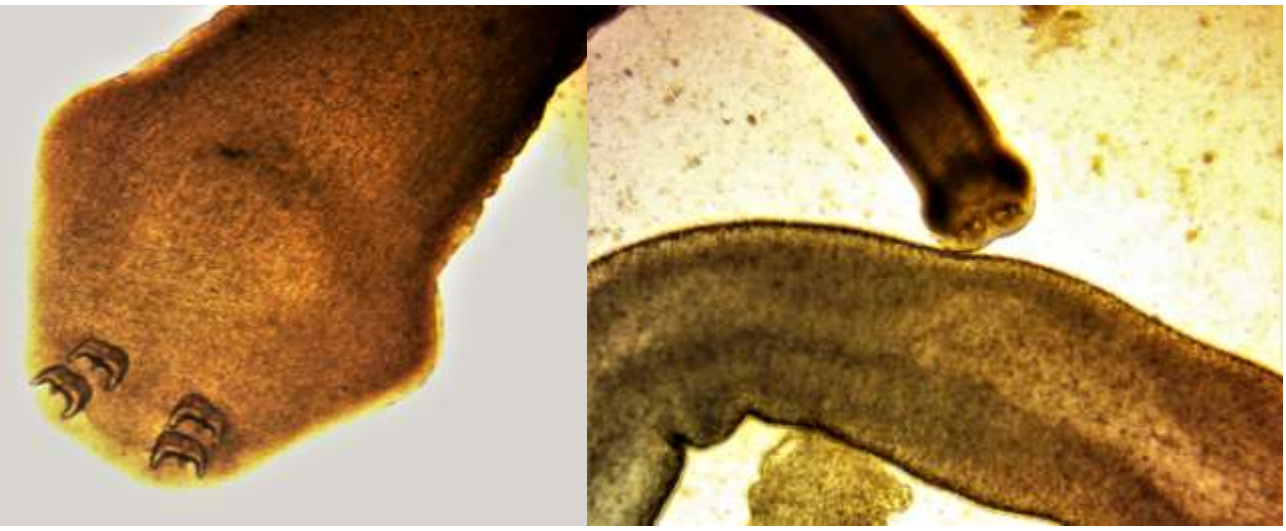


Рисунок 5 – *Triaenophorus nodulosus* из печени *Perca fluviatilis* L., 1758
(фото ВНИИПРХ)

Рисунок 6 – Головной конец *Triaenophorus nodulosus*

Известно, что развитие *Khawia sinensis* (рис. 7) осуществляется при условии наличия в водоёме промежуточных хозяев – олигохет (*Tubifex tubifex* и др.). По проценту зараженности этим паразитом в Истринсоком вдхр. (ЭИ – 14,5 %, ИИ – 4,0 и ИО – 0,6 *экз.*/рыбу), можно предположить, что количество олигохет в нем ограничено.

Рисунок 7 – Два гвоздичника *Khawia sinensis* из кишечника *Abramis brama* L., 1958

Единичные экземпляры нематоды *Camallanus lacustris* и *Capillaria tomentosa* выявлены у *Perca fluviatilis* (потенциальный окончательный хозяин) из Десногорского и Истринского вдхр. Полученный результат о заражённости рыб (ЭИ – 33,3; 20,0 %,

ИИ – 3,0; 1,0 и ИО 1,0; 0,2 *экз.*/рыбу) можно интерпретировать как обыкновенное носительство [15].

Проведенный сравнительный анализ рыб в изученных водоёмах выявил высокое сходство фаун паразитов Десногорского вдхр. и Шатурской системы озёр (К = 0,272; C_j = 0,602). А наибольшее различие наблюдалось в Истринском вдхр. и р. Ворона (К = 0; C_j = 0,999).

Выводы

1. В ходе исследования пяти водоёмов Среднерусской равнины: Десногорское (Смоленская обл.), Курчатовское (Курская обл.), Истринское (Московская обл.) водохранилища; Шатурская система озер – Муромское и Святое (Московская обл.) и р. Ворона (Тамбовская обл.), выявлен 21 вид паразитов рыб. Наибольшую долю в их числе занимает класс Trematoda (38,2 %). наименьшие процентные доли разделили между собой представители пяти таксономических групп: Mollusca, Hirudinea, Cnidosporidia, Acanthocephales и Crustacea (по 4,7 %).

2. Фауна Десногорсокого вдхр. (11 видов) и р. Ворона (10 видов) представлена наибольшим количеством паразитов, что составляет практически 50 % от числа выявленных. Этот список включает в себя представителей, как с простым циклом развития (прямое развитие), так и сложным. Курчатовское вдхр. отличилось полным отсутствием паразитов в исследуемой выборке, что мы связываем с недостаточным количеством исследованного материала.

3. Наибольшее сходство видов отмечено в Десногорском вдхр. и Шатурской системе озер – Муромское и Святое (C_j = 0,272; К = 0,602), а отличие – в Истринском вдхр. и р. Ворона (К = 0; C_j = 0,999).

4. Единичные экземпляры некоторых паразитов выявлены в р. Ворона (*Acantocephalus lucii*, *Piscicola geometry*), Десногорском вдхр. (*Camallanus lacustris*), и Истринском вдхр. (*Capillaria tomentosa*).

5. Эпидемиологическую обстановку в р. Ворона (Тамбовской обл.) следует считать потенциально опасной, т. к. в трематодоценозе отмечено присутствие метацеркарии *Pseudamphistomum truncatum*.

Авторы выражают благодарность научным сотрудникам лаборатории паразитологии филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») за предоставленные фотографии.

Список использованной литературы:

1. *Ларцева Л. В. и др.* Паразиты рыб Волго-каспийского региона – возбудители заболеваний человека и животных // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: сб. тез. докл. всерос. науч.-практ. конф. М.: Россельхозакадемия, 2003. С. 74-76.
2. *Ларцева Л. В. и др.* Распространенность патогенных гельминтов у промысловых гидробионтов в Волго-Каспийском бассейне // Астраханский вестник экологического образования. 2012. № 3. С. 113-117.
3. *Беэр С. А.* Биология возбудителя описторхоза. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2005. 336 с.
4. *Быховская-Павловская И. Е.* Паразитологическое исследование рыб (методы паразитологических исследований). Ленинград: Наука, 1969. 108 с.
5. *Несис К. Н.* Зоогеографическое положение Средиземного моря // Морская биогеография: предмет, методы, принципы районирования. М.: Наука, 1982. С. 217-299.
6. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: в 3 т. Паразитические простейшие. Л.: Наука, 1984. Т. 1. 428 с.
7. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: в 3 т. Паразитические многоклеточные. Л.: Наука, 1987. Т. 3. 583 с.

8. *Быховская-Павловская И. Е. и др.* Определитель паразитов пресноводных рыб СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 772 с.
9. *Гаевская А. В. и др.* Определитель паразитов позвоночных Чёрного и Азовского морей. К.: Наукова думка, 1975. 551 с.
10. *Баранова Н. В., Малышева Н. С.* Рыбы отряда Cypriniformes – промежуточные хозяева *Posthodiplostomum cuticola* (Nordmann, 1832) Dubois, 1936 в рыбных хозяйствах Курской области // Российский паразитологический журнал. 2011. № 4. С. 60-63.
11. *Линник В. Я.* Паразиты рыб, опасные для человека и животных. Минск: Ураджай, 1977. 96 с.
12. *Гончаров С. Л., Сорока Н. М.* Изменения внешней среды и деструкция метацеркария *Paracoenogonimus ovatus* (Trematoda, Cyathocotylidae) в окружении рыбы // Вестник АГАУ. 2016. № 3 (137). С. 155-160.
13. *Извекова Г. И.* Физиологическая специфика взаимоотношений между *Triaenophorus nodulosus* (Cestoda) и его хозяевами – рыбами // Паразитология. 2001. Т. 35. № 2. С. 60-68.
14. *Ромашов Б. В., Ромашова Н. Б.* Зараженность карповых рыб метацеркариями трематод на фоне антропогенного влияния // Теория и практика борьбы с паразитарными расходами. 2021. № 22. С. 436-440.
15. *Skorping A.* Population biology of the nematode *Camallanus lacustris* in perch, *Perca fluviatilis* L., from an oligotrophic lake in Norway // Journal of Fish Biology. 1980. Vol. 16 (5). P. 483-492.

References

1. Lartseva L. V. et al. Parazity ryb Volgo-Kaspijskogo regiona – vozbuditeli zabolevanij cheloveka i zhivotnyh [Parasites of fish of the Volga-Caspian region – causative agents of human and animal diseases]. *Sbornik tezisov dokladov vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii «Problemy patologii, immunologii i ohrany zdorov'ya ryb i drugih gidrobiontov»* [Collection of abstracts of the All-Russian scientific and practical conference “Problems of pathology, immunology and health protection of fish and other aquatic organisms”]. Moscow, Rosselkhoznadzor Publ., 2003, pp. 74-76. (In Russian).
2. Lartseva L. V. et al. Rasprostranennost' patogennyh gel'mintov u promyslovyh gidrobiontov v Volgo-Kaspijskom bassejne [Prevalence of pathogenic helminths in commercial hydrobionts in the Volga-Caspian basin]. *Astrahanskij vestnik ekologicheskogo obrazovaniya* [Astrakhan Bulletin of Ecological Education], 2012, no. 3, pp. 113-117. (In Russian).
3. Beer S. A. *Biologiya vozbuditelya opistorhoza* [Biology of the pathogen of opisthorchiasis]. Moscow, KMK Publ., 2005, 336 p. (In Russian).
4. Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. *Parazitologicheskoe issledovanie ryb (metody parazitologicheskih issledovanij)* [Parasitological research of fish (methods of parasitological research)]. Leningrad, Nauka Publ., 1969. 108 p. (In Russian).
5. Nesis K. N. Zoogeograficheskoe polozhenie Sredizemnogo morya [Zoogeographic position of the Mediterranean Sea]. *Morskaya biogeografiya: predmet, metody, principy rajonirovaniya* [Marine biogeography: subject, methods, principles of zoning]. Moscow, Nauka Publ., 1982, pp. 217–299. (In Russian).
6. *Opredelitel parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR. Tom 1. Paraziticheskie prostejshie* [The determinant of parasites of freshwater fish fauna of the USSR. Vol. 1. Parasitic protozoa]. Leningrad, Nauka Publ., 1984, 428 p. (In Russian).
7. *Opredelitel parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR. Tom 3. Paraziticheskie mnogokletochnye* [The determinant of parasites of freshwater fish fauna of the USSR. Vol. 3. Parasitic multicellular]. Leningrad, Nauka Publ., 1987, 583 p. (In Russian).
8. Bykhovskaya-Pavlovskaya I. E. et al. *Opredelitel parazitov presnovodnyh ryb SSSR* [Determinant of parasites of freshwater fish of the USSR]. Moscow-Leningrad, USSR Academy of Sciences Publ., 1962, 772 p. (In Russian).

9. Gaevskaya A.V. et al. *Opredelitel parazitov pozvonochnyh Chyornogo i Azovskogo morej* [Determinant of vertebrate parasites of the Black and Azov Seas]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1975, 551 p. (In Russian).
10. Baranova N. V., Malysheva N. S. Ryby otryada Cypriniformes – promezhutochnye hozyaeva *Posthodiplostomum cuticola* (Nordmann, 1832) Dubois, 1936 v rybnyh hozyajstvah Kurskoj oblasti [Fish of the order Cypriniformes – intermediate hosts of *Posthodiplostomum cuticola* (Nordmann, 1832) Dubois, 1936 in fish farms of the Kursk region]. *Russian Parasitological Journal*, 2011, no 4, pp. 60-63. (In Russian).
11. Linnik V. Y. *Parazity ryb, opasnye dlya cheloveka i zhivotnyh* [Parasites of fish, dangerous to humans and animals]. Minsk, Urajay Publ., 1977, 96 p. (In Russian).
12. Goncharov S. L., Soroka N. M. Izmeneniya vneshnej sredy i destrukciya metacerkariya *Paracoenogonimus ovatus* (Trematoda, Cyathocotylidae) v okruzhenii ryby [Environmental changes and destruction of the metacercarium *Paracoenogonimus ovatus* (Trematoda, Cyathocotylidae) surrounded by fish]. *Bulletin of the AGAU*, 2016, no. 3 (137), pp. 155-160. (In Russian).
13. Izvekova G. I. Fiziologicheskaya specifika vzaimootnoshenij mezhdu *Triaenophorus nodulosus* (Cestoda) i ego hozyaevami – rybami [Physiological specificity of the relationship between *Triaenophorus nodulosus* (Cestoda) and its fish hosts]. *Parasitology*, 2001, vol. 35, no. 2, pp. 60-68. (In Russian).
14. Romashov B. V., Romashova N. B. Zarazhennost' karpovyh ryb metacerkariyami trematod na fone antropogennogo vliyaniya [Infection of cyprinid fish with trematode metacercariae against the background of anthropogenic influence]. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi raskhodami* [Theory and practice of combating parasitic expenses], 2021, no 22, pp. 436-440. (In Russian).
15. Skorping A. Population Biology Of The Nematode *Camallanus lacustris* In Perch, *Perca fluviatilis* L., From An Oligotrophic Lake In Norway. *Journal of Fish Biology*, 1980, vol. 16 (5), pp. 483-492. (In English).

Сведения об авторах / Information about authors

Стрелкова Ольга Витальевна	студент 1-го курса магистратуры биологического факультета направления подготовки «Биобезопасность и рациональное природопользование» Кубанский государственный университет 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149 olgastrelkova51@gmail.com
Strelkova Olga Vitalievna	1st year student of the Master's degree program of the Faculty of Biology in the field of training «Biosafety and rational use of Natural resources» Kuban State University 350040, Krasnodar, Stavropol’skaya str., 149 olgastrelkova51@gmail.com
Иваненко Александр Михайлович	старший преподаватель кафедры биологии и экологии растений Кубанский государственный университет 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149 vozhd67@yandex.ru
Ivanenko Alexander Mickhailovich	Senior Lecturer of the Department of Plant Biology and Ecology Kuban State University 350040, Krasnodar, Stavropol’skaya str., 149 vozhd67@yandex.ru

УДК 502.7 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.009**

Гамаюнов О.А.

КОНЦЕПЦИЯ РЕСТАВРАЦИИ ЭКОСИСТЕМ ИСКУССТВЕННЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Аннотация. Данная работа рассматривает концептуальный подход к реконструкции искусственных лесонасаждений Керченского полуострова. Научный подход в обосновании реконструкции данных экосистем Керченского полуострова позволяет выявить самые уязвимые участки искусственных лесов и разработать механизмы их реставрации с минимальным привлечением как материальных, так и человеческих ресурсов. В рамках работы рассматривались искусственные лесонасаждения на территории Керченского полуострова, работа направлена на выявление степени деградации лесов, а также прогнозирование дальнейших сукцессионных процессов, происходящих в данных лесонасаждениях. Реставрация лесных экосистем не только важна для сохранения биоразнообразия региона, но и может стать новым вектором в развитии туристической отрасли Восточного Крыма.
Ключевые слова: Керченский полуостров, искусственные лесонасаждения, реставрация экосистем, экологический туризм, сохранение биоразнообразия.

Gamayunov O.A.

THE CONCEPT OF RESTORATION OF ECOSYSTEMS OF ARTIFICIAL PLANTATIONS OF THE KERCH PENINSULA

Abstract. This work considers a conceptual approach to the reconstruction of artificial plantations of the Kerch Peninsula. The scientific approach in substantiating the reconstruction of these ecosystems of the Kerch Peninsula makes it possible to identify the most vulnerable areas of artificial forests and develop mechanisms for their restoration with minimal involvement of both material and human resources. As part of the work, artificial forest plantations on the territory of the Kerch Peninsula were considered, the work is aimed at identifying the degree of forest degradation, as well as forecasting further successional processes occurring in these plantations. Restoration of forest ecosystems is not only important for preserving the biodiversity of the region, but can also become a new vector in the development of the tourism industry of the Eastern Crimea.
Keywords: Kerch peninsula, artificial forest plantations, restoration of ecosystems, ecological tourism, conservation of biodiversity.

Введение. В середине 50-х годов прошлого столетия начались лесомелиоративные работы по посадке лесных массивов на территории Керченского полуострова, так как произрастание естественных лесов невозможно по географическим и климатическим характеристикам. Сейчас искусственные леса на полуострове занимают около 5 тыс. гектар и с каждым годом их площадь уменьшается, это связано со многими факторами, как естественного, так и антропогенного характера.

На сегодняшний день лесопосадки на Керченском полуострове находятся в деструктивной фазе, происходит их деградация: зарастание территории искусственных лесов быстрорастущими видами кустарников, которые вытесняют молодой подлесок и меняют рисунок лесного массива. Происходит старение базовых видов деревьев и их чрезмерная гибель, уменьшается их видовой состав. Происходит процесс сукцессии данной экосистемы, она постепенно превращается в лесостепь. Если своевременно не принять природоохранные меры, то в будущем уникальные лесные массивы превратятся в естественную степную зону. Реставрация экосистем искусственных лесонасаждений позволит сохранить биоразнообразие лесных массивов, а также использовать эти уникальные природные объекты в развитии рекреационной сферы Восточного Крыма. Одним из важных направлений в решении

сохранения искусственных лесов Керченского полуострова, является определение их природоохранного статуса, на данный момент менее 5 % лесных массивов относятся к особо охраняемым природным территориям (ООПТ) [1].

Целью исследования выявление факторов деструкции и путей стабилизации экосистем искусственных лесонасаждений Керченского полуострова путем применения биотехнологий в области реставрации нарушенных экосистем.

Материалы и методы исследования. В работе были использованы следующие методы и материалы: теоретический анализ экологических факторов, влияющих на экосистемы искусственных лесонасаждений Керченского полуострова; картографические данные участков экосистем искусственных лесонасаждений и их систематизация для оптимизации разработки концептуальных решений реставрации; база данных лесомелиоративных работ в Крыму; паспорт Национального проекта «Экология»; «Лесной план Республики Крым»; законодательная база в области охраны окружающей среды [2-5].

Базисной теоретической основой работы стали научные труды следующих ученных: Барабанов А.Т., Белов С.В., Бодров В.А., Григорьев А.Г., Данилов Г.Г., Ивонин В.М., Кочкин М.А., Салогуб Р.В., Танюкевич В.В. [6-14].

Результаты исследования и их обсуждение. Общая площадь лесов в Республике Крым около 340 тыс. гектар, что составляет 13 % площади полуострова. В основном они сконцентрированы в горной местности, где произрастают естественным путем. Лесомелиоративные работы в Крыму впервые начались в конце XIX столетия и были направлены на посадку небольших лесных массивов в горной местности для рекреационных целей, впоследствии работы охватывали не только туристическую направленность, но и природоохранную, такую как восстановление лесов после пожаров. В период с середины прошлого века и до современности лесомелиоративные работы охватили около 100 тыс. гектар. Также часть искусственных лесонасаждений были высажены в степных районах, в основном они представлены лесополосами и небольшими по площади лесопосадками с целью защиты посевных полей от ветра и потери почв влаги. Сейчас искусственные леса Керченского полуострова занимают 5307,1 гектар, что составляет 1.6% от общей площади лесов Крыма и прослеживается тенденция к их уменьшению.

На территории Керченского полуострова расположены 6 основных участков искусственных лесов: Казантипский лесопарк, Марьевский лес, Дорошенковский лес, Лесопарк у пгт. Ленино, Вулкановский лес, Лесонасаждения муниципального образования городской округ Керчь (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1 – Характеристика искусственных лесов Керченского полуострова (составлено автором по данным [15])

№	Название лесного массива	Географические координаты	Площадь, га	Время посадки
1	Казантипский лесопарк	45°22'31, 35°55'45	2000	50-е годы XX в.
2	Марьевский лес	45°08'59, 36°14'11	960	50-е годы XX в.
3	Дорошенковский лес	45°09'38, 36°00'59	300	60-е годы XX в.
4	Лесопарк у пгт Ленино	45°17'26, 35°46'35	90	60-е годы XX в.
5	Вулкановский лес	45°07'01, 35°57'29	75	60-е годы XX в.
6	Лесонасаждения муниципального образования городской округ Керчь	45°20'39, 36°27'45	1725,2	60-е годы XX в.

Ассортимент древостоя, подгона и подлеска искусственных лесов Керченского полуострова представлен следующими видами: ясень обыкновенный, ясень пенсильванский,

вяз перистоветвистый, берест, дуб черешчатый, акация белая, груша обыкновенная, груша лохолистная, яблоня лесная, вишня магалебская, абрикос, алыча, гледичия, сосна крымская, туя, орех грецкий, лещина, клен татарский, акация желтая, аморфа, бирючина, скумпия, жимолость татарская, лох серебристый, птелея, смородина золотистая, шиповник, терн [15].

Рисунок 1 – Расположение искусственных лесонасаждений Керченского полуострова по данным таблицы 1

Все искусственные леса Керченского полуострова по административному делению входят в состав Старокрымского лесничества. Они делятся на два участковых лесничества: Ленинское, общая площадь лесных массивов которого – 3581,9 га и Керченское, общая площадь лесных массивов – 1725,2 га (таб.2) [15].

Таблица 2 – Целевое значение лесных участков Керченского полуострова (составлено автором по данным [5])

Целевое назначение лесов	Участковое лесничество Старокрымского лесничества	Номера кварталов или их частей	Площадь лесного массива, га
Леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях	Ленинское	кв.: 30, части кв.: 29, 31.	172
Леса, выполняющие функции защиты природных или иных объектов: расположенные в защитных полосах лесов	Ленинское	части кв.: 14-18.	166,1
Леса, выполняющие функции защиты природных или иных объектов: горно-санитарные леса	Ленинское	кв.: 1-13, 19-28, 38, 39. части кв.: 29-31	2 538,5
Леса, выполняющие функции защиты природных или иных объектов: противоэрозионные леса	Керченское	кв.: 26-34.	922,5
	Ленинское	кв.: 32-37,	429,2
Ценные леса: лесостепные леса	Ленинское	части кв.: 14-18.	276,1
Городские леса	Керченское	кв.: 1-25	802,7
Итого:			5307,1

Концепция реставрационных действий в искусственных лесонасаждениях Керченского полуострова представляет собой комплекс мер и подходов, направленных на восстановление и сохранение лесных экосистем. Она основывается на принципах устойчивого лесного хозяйства и учете экологических, социальных и экономических аспектов (рис. 2).

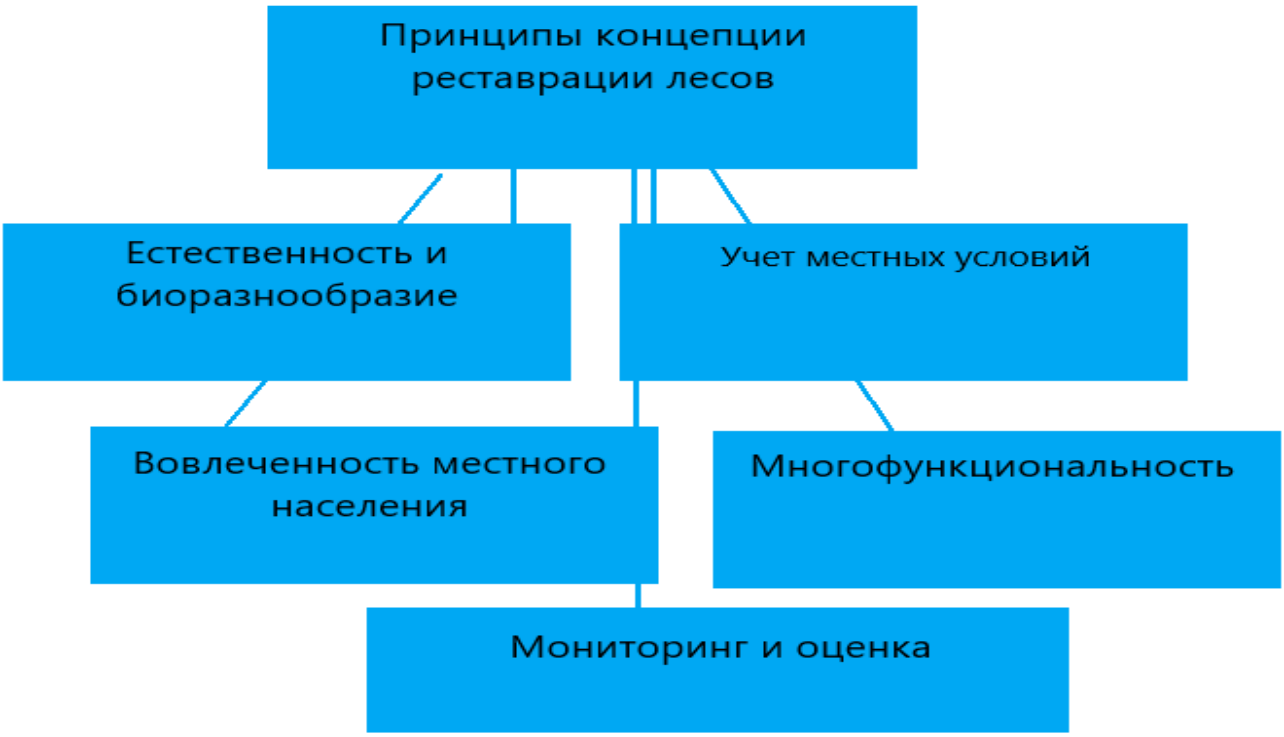


Рисунок 2 – Принципы концепции реставрации лесов

Рассматривая основные принципы реставрации лесных массивов на Керченском полуострове необходимо опираться на восстановление искусственных лесных экосистем, близких к тем, которые были высажены первоначально, с учетом сохранения биоразнообразия и восстановления утраченных видов растений. Лесомелиоративные мероприятия должны учитывать географические особенности местности, климата, почвенного покрова и гидрологических условий, чтобы обеспечить наиболее эффективное восстановление данных экосистем.

Вовлечение местного населения при реставрационных работах над экосистемами лесов одна из социальных задач, которая требует активного участия и поддержки местного населения. Важно проводить просветительские мероприятия в области природопользования, вовлекать местных жителей в процесс принятия решений и создавать возможности для их участия в реставрационных работах [16].

При многофункциональности концепции реставрации лесов, необходимо учитывать различные экологические функции, которые леса выполняют, такие как сохранение биоразнообразия, защита почвы и водных ресурсов, смягчение климатических факторов, предоставление ресурсов для ремесленной отрасли и туризма.

Концепция реставрации экосистем искусственных лесонасаждений должна строиться на комплексном подходе к изученности проблематики вопроса состояния самих лесных массивов, в первую очередь необходим полный анализ следующих экологических факторов:

- анализ биологического разнообразия – позволяет оценить уровень биологического разнообразия, определить угрозы для различных видов и их взаимосвязи;
- анализ почвы и питательных веществ – позволит оценить состояние почвы, содержание питательных веществ и других химических параметров. Это поможет определить потенциальные проблемы, такие как эрозия, деградация почвы, истощение питательных веществ и выработать меры для их улучшения;

- анализ гидрологического режима – позволит определить уровень подземных вод, их качество, режимы осадков и дренажа, а также их влияние на экосистему искусственных лесонасаждений;

- анализ динамики растительности – включает анализ изменений в растительности, таких как плотность, видовой состав, структура и динамика роста растений и позволит оценить степень повреждений, определить виды, которые могут быть использованы для восстановления, и разработать стратегии посадки и ухода за растениями.

- анализ климатических условий. Изучение климатических условий позволит оценить влияние климата на нарушенную лесную экосистему, что включает изучение климатических данных, таких как температура, осадки, влажность и ветер, а также их влияние на рост и развитие растений, водный режим и другие аспекты экосистемы.

При выборе концептуальных решений реставрации искусственных лесных массивов необходимо использовать новые технологии, подходы и инновации в области лесомелиоративных работ (табл. 3).

Таблица 3 – Инновационные подходы к реставрационным мероприятиям по восстановлению искусственных лесонасаждений (составлено автором)

№	Наименование инновационного подхода	Описание
1	Применение экосистемных сервисов	Необходимо учитывать не только аспекты биологического разнообразия и питательных веществ, но и экосистемные сервисы, которые могут предоставлять лесные экосистемы. Данные сервисы включают учет роли лесов в улучшении качества воды, снижении риска наводнений, поддержке питательного круговорота, улучшении микроклимата и других экосистемных функций.
2	Использование генетически улучшенных видов деревьев	В этих целях для реконструкции искусственных лесов Керченского полуострова необходимо применять подход, основанный на использовании генетически улучшенных видов деревьев. Данный подход включает использование лесопосадочного селекционного материала с улучшенными генетическими характеристиками, такими как быстрый рост, устойчивость к болезням и вредителям, а также с адаптационными механизмами к климатическим и географическим особенностям Керченского полуострова.
3	Восстановление местных видов.	Применять в качестве посадочного материала, в основном, деревья местных и региональных видов, особенно выращенных в местных питомниках. Это позволит сохранить и восстановить уникальные экосистемы и содействовать биологическому разнообразию.
4	Применение дистанционного зондирования и геоинформационных систем.	Современные технологии дистанционного зондирования и геоинформационных систем могут быть использованы для более точного и эффективного планирования и мониторинга реконструкции искусственных лесов. Что позволит получить детальную информацию о состоянии лесного покрова, изменениях во времени, а также оценить эффективность предпринятых мер.

Важно отметить, что реставрация лесов – это долгосрочный процесс, требующий усилий и сотрудничества со стороны государственных органов, научных учреждений, общественных организаций и местного населения.

Выводы. Сохранение лесных массивов, лесомелиоративные работы являются

неотъемлемой составляющей Национального проекта «Экология» [3], в Республике Крым осуществляется проект регионального значения «Сохранение лесов», в 2023 году высажено более 300 га на территории Бахчисарайского, Куйбышевского, Раздольненского, Белогорского, Старокрымского, Судакского, Симферопольского лесничеств. Восточная часть Крыма в данном проекте не затрагивается. Что свидетельствует о необходимости принятия соответствующих мер по включению данных лесных массивов в программу «Сохранение лесов».

Реконструкция искусственных лесов Керченского полуострова позволит решить природоохранные, экономические и социальные задачи регионального значения:

1. Экономическая значимость. Реконструкция искусственных лесов способствует созданию новых рабочих мест при лесомелиоративных работах по восстановлению экосистем лесов, а также развитию народных промыслов. Это может включать разработку лесных ресурсов, в области производства деревянных изделий и других продуктов, а также развитие экотуризма. Развитие хозяйственной деятельности на территории лесов в области рекреации может стимулировать экономический рост и улучшение жизненного уровня местного населения.

2. Социальная значимость. Реконструкция искусственных лесов способствует положительному влиянию на местное население, путем улучшения доступности лесных ресурсов для местных жителей, развитию экотуризма и создание новых возможностей для развития сельского хозяйства и других отраслей хозяйственной деятельности. Реконструированные леса также будут предоставлять места для отдыха и рекреации, способствуя улучшению качества жизни местного населения и их здоровью.

3. Экологическая значимость. Реконструкция искусственных лесов на Керченском полуострове будет иметь положительное влияние на окружающую природную среду и биологическое разнообразие региона, а также способствовать сохранению почвы, водных ресурсов и регулированию микроклимата.

4. Устойчивое использование ресурсов. Реконструкция искусственных лесов будет способствовать устойчивому использованию данных ресурсов, которое основано на планировании и управлении лесами, с учетом потребностей местного населения и сохранения биологического разнообразия, а также с использованием устойчивых методов лесозаготовки и посадки. Устойчивое использование ресурсов также будет способствовать сохранению лесов в долгосрочной перспективе.

В целом, реконструкция экосистем искусственных лесов на Керченском полуострове имеет большую значимость для решения базовых природоохранных, экономических и социальных проблем. Она способствует развитию туристической сферы региона, созданию новых рабочих мест, улучшению качества жизни местного населения, сохранению окружающей среды, улучшения качества здоровья населения и демографической обстановки региона, а также устойчивому использованию ресурсов.

Список использованной литературы:

1. Особо охраняемые природные территории. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/11194 (дата обращения: 12.11.2023).
2. Об особо охраняемых природных территориях: федеральный закон Российской Федерации № 33-ФЗ от 14.03.1995 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/ (дата обращения: 10.11.2023).
3. Паспорт национального проекта Национальный проект «Экология». URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/np_ecology/%D0%9D%D0%9F%20%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F.pdf (дата обращения: 11.11.2023).
4. Лесной план Республики Крым. URL: https://meco.rk.gov.ru/uploads/txteditor/meco/attachments/d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpTc0iXF_Лесной_план_Республики_Крым.pdf (дата обращения: 10.11.2023).

5. Карта лесничеств Крыма. URL: http://www.etomesto.ru/map-krym_lesa (дата обращения: 11.11.2023).
6. *Барабанов А.Т.* Преобразование гидрологического режима агроландшафтов защитными лесными насаждениями // Живые и биокосные системы. 2016. № 16. С. 6.
7. *Белов С.В.* Лесоводство: учебное пособие. М..: Лесная промышленность, 1983. 352 с.
8. *Бодров В.А.* Влияние лесных полос на микроклимат прилегающей территории. М.: ВАСНИЛ, 1936. 48 с.
9. *Григорьев А.Г.* Деревья и кустарники для озеленения степного и предгорного Крыма. Ялта: Никитский ботанический сад, 1972. 28 с.
10. *Данилов Г.Г.* Эффективность полезащитных лесных полос различных конструкций. Саранск: Мордовское книжное издательство, 1963. 140 с.
11. *Ивонин В.М.* Адаптивная лесомелиорация степных ландшафтов: монография. 2-е изд. М.: Вузовская книга, 2011. 240 с.
12. *Кочкин М.А.* Искусственные лесопарковые насаждения в степном Крыму. Симферополь: Крымский филиал академии наук СССР, 1952. 87 с.
13. *Салогуб Р.В.* Особенности создания лесных культур хвойных пород в условиях степной части Крыма // Вестник Московского государственного университета леса «Лесной вестник». 2014. № 1. С. 146-149.
14. *Танюкевич В.В.* Мелиоративная роль фитомассы лесных полос степных агроландшафтов Среднего и Нижнего Дона: дис. … д-ра с.-х. наук: 06.03.03 / Вадим Викторович Танюкевич. Новочеркасск, 2015. 332 с.
15. *Гамаюнов О.А.*, *Лебедева Д.В.* Современное состояние лесонасаждений Керченского полуострова // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: сборник статей участников международной научно-практической конференции. Керчь. 2022. С. 353-356.
16. *Сытник Н.А.* Социально-экономические и экологические аспекты обеспечения устойчивого развития Республики Крым // Вестник КГМТУ. 2022. № 3. С. 399-426.

References:

1. *Osobo oxranyaemie prirodnie territorii* [Specially protected natural areas]. (In Russian). Available at: https://rosstat.gov.ru/folder/11194 (accessed 12.11.2023).
2. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 33-FZ of March 14, 1995, *Ob osobo oxranyaemix prirodnix territoriyax* [About specially protected natural territories]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/ (accessed 10.11.2023).
3. *Pasport nacional'nogo poekta Nacional'niy proekt «Ekologiya»* [Passport of the national project National project "Ecology"] (In Russian). Available at: https://www.mnr.gov.ru/docs/np_ecology/%D0%9D%D0%9F%20%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F.pdf (accessed 11.11.2023).
4. *Lesnoy plan Respubliki Krym* [Forest plan of the Republic of Crimea]. (In Russian). Available at: https://meco.rk.gov.ru/uploads/txteditor/meco/attachments//d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpTc0iXF_Лесной_план_Республики_Крым.pdf (accessed 10.11.2023).
5. *Karta Lesnichestva Kryma* [Map of the forestry of the Crimea]. (In Russian). Available at: http://www.etomesto.ru/map-krym_lesa (accessed 11.11.2023).
6. Barabanov A.T. Preobrazovanie gidrologicheskogo rezhima agrolandshaftov zashitnimi lesnimi nasazhdeniyami [Transformation of the hydrological regime of agricultural landscapes by protective forest plantations]. *Zhivie i biokosnie sistemi* [Living and biocontainable systems], 2016, no. 16, p. 6. (In Russian).
7. Belov S.V. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow, Lesnay pomishlennost Publ., 1983, 352 p. (In Russian).

8. Bodrov V.A. *Vliyanie lesnix polos na mikroklimat prilegaushey territorii* [The influence of forest strips on the microclimate of the adjacent territory]. Moscow, VASNIL Publ., 1936, 48 p. (In Russian).
9. Grigorev A.G. *Derevya i kustagniki dlya ozeleneniya stepnogo i predgornogo Kryma* [Trees and shrubs for landscaping of steppe and foothill Crimea]. Yalta, Niitskiy botanicheskiy sad Publ., 1972, 28 p. (In Russian).
10. Danilov G.G. *Effektivnost' polezashitnix lesnix polos razlichnix konstrykciy* [The effectiveness of protective forest strips of various designs]. Saransk, Mordovskoe knijnoe izdatelstvo Publ., 1963, 140 p. (In Russian).
11. Ivonin V.M. *Adaptivnaya lesomilioraciya stepnix landshaftov* [Adaptive Forest reclamation of steppe landscapes]. 2nd edition. Moscow, Vyzovskaya kniga Publ., 2011, 240 p. (In Russian).
12. Kochkin M.A. *Iskesstvennie lesoparkovie nasazhdeniya v stepnov Krymy* [Artificial forest park plantations in the steppe Crimea]. Simferopol, Krymskiy filial akademii nauk SSSR Publ., 1952, 87 p. (In Russian).
13. Salogub R.V. Osobennosti sozdaniya lesnix kultur xvoynix porod v usloviyax stepnoy chasti Kryma [Features of the creation of coniferous forest crops in the conditions of the steppe part of the Crimea]. *Vestnik moskovskogo gosudarstvennogo yniversiteta lesa «Lesnoy vestnik»* [Bulletin of the Moscow State University of the Forest "Forest Bulletin"], 2014, no. 1, pp. 146-149. (In Russian).
14. Tanukevich V.V. *Meliorativnaya rol' fitomassi lesnix polos stepnix agrolandshaftov Srednego i Nijnego Dona. Diss dokt. s.-kh. nauk* [The reclamation role of phytomass of forest belts of steppe agrolandscapes of the Middle and Lower Don. Dr. agricult. sci. diss.]. Novosherkassk, 2015, 323 p. (In Russian).
15. Gamayunov O.A., Lebedeva D.V. Sovremennoe sostoyanie lesonacazhdeniy Kerchenskogo poluostrova [The current state of forest plantations of the Kerch Peninsula]. *Sbornik statey uchastnikov mezhdynarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacionnye napravleniya integracii nauki, obrazovaniya i proizvodstva»* [Collection of articles by participants of the international scientific and practical conference "Innovative directions of integration of science, education and production"]. Kerch, 2022, pp. 353-356. (In Russian).
16. Sytnik N.A. Social'no-ekonomicheskie i ekologicheskie aspekty obespecheniya ustojchivogo razvitiya Respubliki Krym [Socio-economic and environmental aspects of sustainable development of the Republic of Crimea]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2022, no. 3, pp. 399-426. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Гамаюнов Олег Анатольевич
преподаватель кафедры экологии моря
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
Gamayunovoleg88@gmail.com

Gamayunov Oleg Anatolievich
teacher of the Department of Marine Ecology
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
Gamayunovoleg88@gmail.com

УДК 504.05 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.010**

Сытник Н.А.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА КЕРЧЬ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Аннотация. В статье рассмотрено влияние полигона твердых коммунальных отходов (ТКО) г. Керчь на геологическую среду при проведении работ по его рекультивации. Описаны этапы и технологии рекультивации полигона ТКО, приведены результаты инженерно-геологических изысканий, согласно которым определено, что участок изысканий отнесен к III категории сложности инженерно-геологических условий. Источником техногенного влияния объекта на земельные ресурсы является вымывание атмосферными осадками токсических веществ из тела отвала твердых бытовых отходов с последующим формированием вторичных техногенных ореолов элементов и их инфильтрацией с годами через почвы. Принятая технология рекультивации полигона с устройством противофильтрационного экрана исключает дальнейшее бесконтрольное растекание поверхностного стока на прилегающую территорию и в тело полигона. В работе представлен комплекс природоохранных мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия на почвы и геологическую среду в целом.
Ключевые слова: полигон, твердые коммунальные отходы, рекультивация, оценка негативного воздействия, геологическая среда, загрязняющие вещества, мониторинг.

Sytnik N.A.

ASSESSMENT OF THE IMPACT ON THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT DURING RECLAMATION OF THE SOLID MUNICIPAL WASTE LANDFILL IN THE CITY OF KERCH, REPUBLIC OF KRIMEA

Abstract. The article considers the impact of Kerch solid municipal waste landfill on the geological environment during its reclamation. The stages and technologies of reclamation of the landfill are described, the results of engineering-geological surveys are given, according to which it is determined that the survey area is classified as III category of complexity of engineering-geological conditions. The source of technogenic impact of the object on land resources is leaching by atmospheric precipitation of toxic substances from the body of solid domestic waste dump with subsequent formation of secondary technogenic halos of elements and their infiltration over the years through soils. The adopted technology of landfill reclamation with the device of impervious screen excludes further uncontrolled flow of surface runoff to the adjacent territory and into the body of the landfill. The paper presents a set of environmental protection measures aimed at reducing the negative impact on soils and geological environment in general.
Keywords: landfill, solid municipal waste, reclamation, negative impact assessment, geological environment, pollutants, monitoring.

Введение. Интенсификация производственно-хозяйственной деятельности, наблюдаемая последние сто лет привела к формированию природно-техногенных систем (далее ПТС), образующихся в результате строительства и эксплуатации инженерных и иных сооружений, и нарушаемой геологической среды.

Рост и развитие городов привели к образованию обширных территорий, занятых размещением твердых коммунальных отходов (далее ТКО), данные объекты являются техногенными и в совокупности с компонентами геосреды образуют ПТС. Процессы, происходящие в данных природно-техногенных системах, сопровождаются изменением состава и свойств компонентов геосреды, что приводит к ее нарушению.

Геоэкологическая стабильность ПТС «может быть определена тремя группами

параметров – природно-ресурсным потенциалом, антропогенной нагрузкой и последствиями воздействия геологических процессов» [1].

Жизненный цикл полигона захоронения отходов является элементом жизненного цикла техногенных отходов и охватывает весь период функционирования объекта, на протяжении которого складированные в массиве полигона отходы обладают потенциальной опасностью.

На основании Постановления администрации города Керчь Республики Крым от 10.05.2017№ 128/1-п «О закрытии полигона твердых коммунальных отходов на территории муниципального образования городской округ Керчь Республики Крым», в связи с исчерпанием ресурсоемкости и производственных мощностей полигона ТКО в городе Керчь было принято решение о его закрытии и рекультивации [2].

На этапе эксплуатации полигона, а также после его закрытия и рекультивации протекают процессы биохимического и химического разложения отходов, формирующие эмиссии загрязняющих веществ (в виде биогаза и фильтрата), оказывающих негативное воздействие на геосферные оболочки [3].

Цель исследования – оценить влияние на геологическую среду проведения работ по рекультивации полигона ТКО г. Керчь на постэксплуатационном этапе.

Материалы и методы исследования. Материалами для данного исследования являлись проектная документация объекта строительства, результаты инженерно-геологических изысканий участка рекультивации, а также фондовые материалы и статистические данные Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым.

Теоретической базой научной работы служили результаты научных исследований, представленные в трудах отечественных и зарубежных ученых Ю.В. Завизион, Я.И. Вайсмана, Н.Н. Слюсарь, P. Kjeldsen, M. Barlaz, R. Weber, K. Heyer и др. [1, 3-7].

При проведении исследований был использован комплекс методов, в том числе общенаучных: анализа и синтеза, сравнения, системного анализа и научных абстракций в части анализа и обработки картографической информации: сейсмических, почвенных и геологических карт.

В целях изучения геолого-литологического строения и гидрогеологических условий участка, агрессивности грунтов, определения мощности и состава свалочных масс проводились инженерно-геологические изыскания. На участке было пробурено 22 технических и 20 разведочных скважин толщиной 5,0-33,0 м. Общий метраж бурения составил 856,0 м. При проходке скважин с намеченных глубин было отобрано 78 проб грунта ненарушенной структуры для исследования их в лабораторных условиях.

Идентификация отходов, образуемых при рекультивации полигона, проводилась на основе приказа Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 22.05.2017 № 242 «Об утверждении классификационного каталога отходов» [8].

Расчет массы образованных отходов проводился в соответствии со «Сборником удельных образования отходов производства и потребления» [9], а также методическими рекомендациями по оценке объемов образования отходов производства и потребления.

Результаты исследования и их обсуждение. Объект исследования – полигон ТКО «расположен на землях населенного пункта муниципального образования городской округ Керчь, в северной части города (рис. 1). Ближайшая жилая застройка расположена на расстоянии 395 м на юго-восток от границ участка полигона, рекреационная территория – парк отдыха им. Ю. Гагарина, находится на расстоянии 1620 м. Полигон, общей площадью 21,9 га, представляет собой отработанный карьер, используемый для складирования ТКО» [2]. Территория рассматриваемого полигона ТКО имеет многоугольную неправильную форму, вытянутую с севера на юг. Рельеф холмистый. Абсолютные высотные отметки поверхности границ полигона колеблются от 23,5 до 43 м. с плавным уклоном в северо-восточном направлении, в сторону Керченской бухты. Максимальный перепад отметок составляет 19,5 м.

Рисунок 1 – Район размещения полигона ТКО г. Керчь Республики Крым

По территории полигона ТКО проложены сети инженерно-технического обеспечения: надземные высоковольтные линии электропередач (ЛЭП) напряжением 110 кВ; межпоселковый газопровод среднего давления в подземной прокладке из стальных труб ∅500 мм; три геодезических пункта.

Участок полигона ТКО имеет существующие подъездные автодороги с твердым покрытием.

Рекультивация полигона предусмотрена в кадастровых границах землеотвода. Заданием на проектирование предусмотрены дополнительные работы на прилегающей территории площадью 2,195 га – сбор отходов за пределами кадастровых границ землеотвода полигона ТКО (очистка территории от несанкционированного размещения отходов). Данные участки располагаются на северной и восточной границах полигона. После рекультивации площадь тела полигона составит 9,888 га.

Природная зона рассматриваемого района представлена сухой степью со светло-каштановыми и каштановыми солонцеватыми, в основном суглинистыми почвами.

В геологическом строении участка работ принимают участие четвертичные отложения, вставленные суглинками от твердой до полутвердой консистенции, и неогеновые осадки, представленные твердыми глинами. Сверху коренные отложения перекрыты техногенными свалочными массами. Вскрытая мощность четвертичных отложений составляет 22,10-27,8 метров. Вскрытая поверхность неогеновых отложений составляет 1,2-5,5 метров.

В таблице 1 представлены результаты инженерно-геологических изысканий, проведенных в рамках оценки воздействия на геологическую среду.

По результатам инженерно-геологических изысканий определено, что в геологическом строении площадки изысканий принимают участие четвертичные отложения, представленные суглинками от твердой до полутвердой консистенции, и неогеновые осадки, представленные твердыми глинами. Сверху коренные отложения перекрыты техногенными свалочными массами.

По совокупности факторов инженерно-геологических условий, определяющих сложность изучения исследуемой территории и выполнение различного состава и объемов изыскательских работ, участок изысканий отнесен к III категории сложности инженерно-геологических условий, согласно СП 47.13330.2016 [10].

В результате анализа пространственной изменчивости частных показателей свойств грунтов, определенных лабораторными методами с учетом данных о геологическом строений и литологических особенностях грунтов в сфере воздействия проектируемого сооружения выделено три инженерно-геологических элемента (ИГЭ):

– ИГЭ-Н – техногенный грунт свалка бытовых отходов;

– ИГЭ-1 – суглинок легкий пылеватый, твердой консистенции, минеральный, непросадочный, ненабухающий, незасоленный;

– ИГЭ-2 – глина легкая, пылеватая, твердой консистенции, минеральная, непросадочная, ненабухающая, незасоленная.

Таблица 1 – Результаты инженерно-геологических изысканий грунтов полигона ТКО г. Керчь

Глубина (м), Мощность (м)	Наименование грунтов
Глубина 0,5, мощность 0,5 м	Насыпной грунт: бытовые отходы, суглинок от темно серого до черного цвета, полутвердый местами тугопластичный (пластик, стекло, древесина, проволока, строительный мусор от 10-60 %). Вскрыт всеми скважинами.
Глубина скважин 22,10 – 27,8, мощность 1,2 – 5,5 м	Суглинок желто-бурого цвета, преимущественно легкий, пылеватый, твердой консистенции, местами опесчанен и с тонкими прослоями песка до 5 см, с включением карбонатов до 3 %. Вскрыт всеми скважинами.
Глубина скважин 25,0 – 33,0	Глина светло-серого цвета, легкая пылеватая, твердой консистенции, с пятнами ожелезнения, с прослоями белого песка до 20 см. Вскрыта определенными скважинами.

Техногенный насыпной грунт залегает до глубины 20,8 м. Распространен в пределах значительной части территории полигона, сформирован в результате складирования отходов ТКО.

Мощность свалочных масс в границах площадки ТКО изменяется в пределах 0,4-19,8 м. Средняя мощность составляет 10,8 м. При площади земельного участка рекультивации – 21,9 га объем свалочных масс составляет 2 365 200 м^3.

Нормативная глубина промерзания глинистых грунтов составляет 0,4 м.

Вследствие длительного складирования твердых коммунальных отходов на участке изысканий повсеместно распространены техногенные грунты, залегающие до глубины 20,8 м. Представлены техногенные грунты бытовыми отходами, суглинком темно серого до черного цвета, древесиной, проволокой, строительным мусором от 10-60 %. Мощность слоя составляет 0,4-19,8 м. Средняя мощность составляет 10,8 м.

Физико-механические свойства техногенных грунтов не изучались, так как являются природной свалочной массой, определить реальные физико-механические свойства не представляется возможным, подлежат рекультивации.

Анализ архивных материалов позволяет сделать вывод, что к опасным эндогенным геологическим процессам на участке работ относится сейсмичность. По комплексу методов сейсмического микрорайонирования, при условии округления балла, площадка исследования характеризуется сейсмичностью 9 (8,8) баллов по шкале MSK – при периоде повторяемости сейсмических событий 1 раз в 500 лет.

Иных опасных инженерно-геологических процессов, таких как эрозия, оползни, карст, которые могли бы негативно повлиять на устойчивость грунтовых массивов территории, на дневной поверхности исследуемом участке не обнаружены.

С 1 июня 2017 года полигон ТКО г. Керчь прекратил прием твердых коммунальных отходов на захоронение. На полигоне осуществлялось захоронение отходов IV-V классов опасности по высотной схеме. На момент закрытия объекта размещения отходов в 2017 году глубина его заполнения составляла около 20 м, ориентировочный объем накопленных отходов составлял 2036998 м^3 [2].

Источником техногенного влияния объекта на земельные ресурсы является вымывание атмосферными осадками токсических веществ из тела отвала твердых бытовых отходов с

последующим формированием вторичных техногенных ореолов элементов и их инфильтрацией с годами через почвы.

В результате антропогенного загрязнения, поступающие в почву тяжелые металлы, взаимодействующие с органическим веществом, способны к образованию прочных соединений, трансформации вследствие абсорбции катионов металлов твердой фазой почвы, приводя к образованию веществ с новыми свойствами, что приводит к изменению подвижности тяжелых металлов в почвах, следовательно, на фоне их высоких концентраций – к токсичности для биоты.

Согласно инженерно-экологическим изысканиям, почвы по химическим показателям относятся к категории «чистая».

Представленные результаты анализов, на полигоне ТКО и результаты исследования на аналогичных объектах, элементарного состава почв показали, что «содержание тяжелых металлов зависит от удаленности участков от тела отвала. Наибольшая концентрация тяжелых металлов сосредотачивается непосредственно в теле отвала. По мере удаления от тела свалки загрязнение тяжелыми металлами идет менее интенсивно, и, как правило, на границе санитарно-защитной зон (500 м) не превышает ПДК» [2].

Рекультивация полигона выполняется в два этапа: технический и биологический. В свою очередь технический этап рекультивации полигона ТКО предусматривает проведение подготовительного и основного этапов.

Подготовительный этап технической рекультивации предусматривает: геодезические и разбивочные работы; устройство (восстановление) временного ограждения территории; перемещение отходов (свалочных масс, размещенных вне участка полигона) на территорию полигона ТКО; очистка от отходов охранной зоны газопровода и ЛЭП.

Основной период технической рекультивации предусматривает: формирование тела полигона; устройство откосов, берм; защитного экрана полигона; дренажной системы сбора поверхностного стока; пассивной системы газоотведения; наблюдательных скважин; завершающий этап строительства (рис. 2).

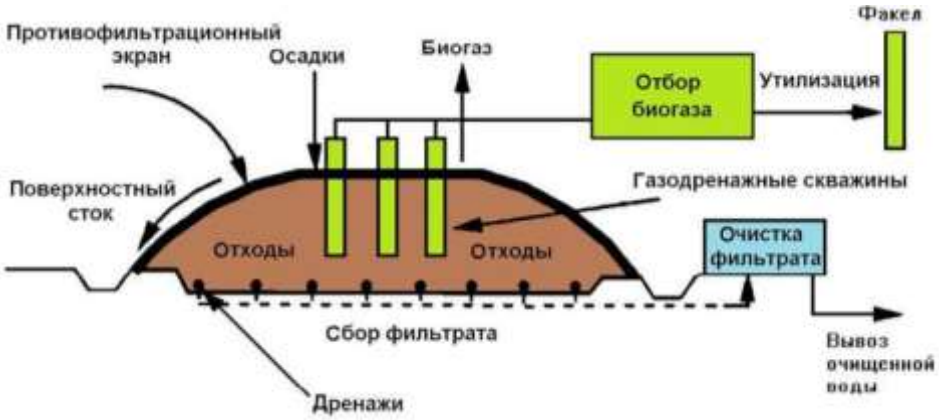


Рисунок 2 – Схема рекультивации полигона ТКО

Основным элементом технического этапа рекультивации является верхний противофильтрационный экран, который служит ряду целей:

– обеспечить физический барьер поверх отходов, предотвращающий контакт с окружающей средой;

– препятствовать эрозии, в результате которой могут быть обнажены отходы;

– препятствовать фильтрации воды в тело полигона, в результате которой возможно образование фильтрата и загрязнение подземных вод.

Конструкция защитного экрана комбинированная (рис. 3). и состоит из следующих слоев минеральной и синтетической газоизоляции (снизу вверх):

1. Выравнивающий слой.
2. Дренаж для биогаза.
3. Минеральный изоляционный слой.
4. Дренажный слой для отвода поверхностного стока.
5. Рекультивационный слой.

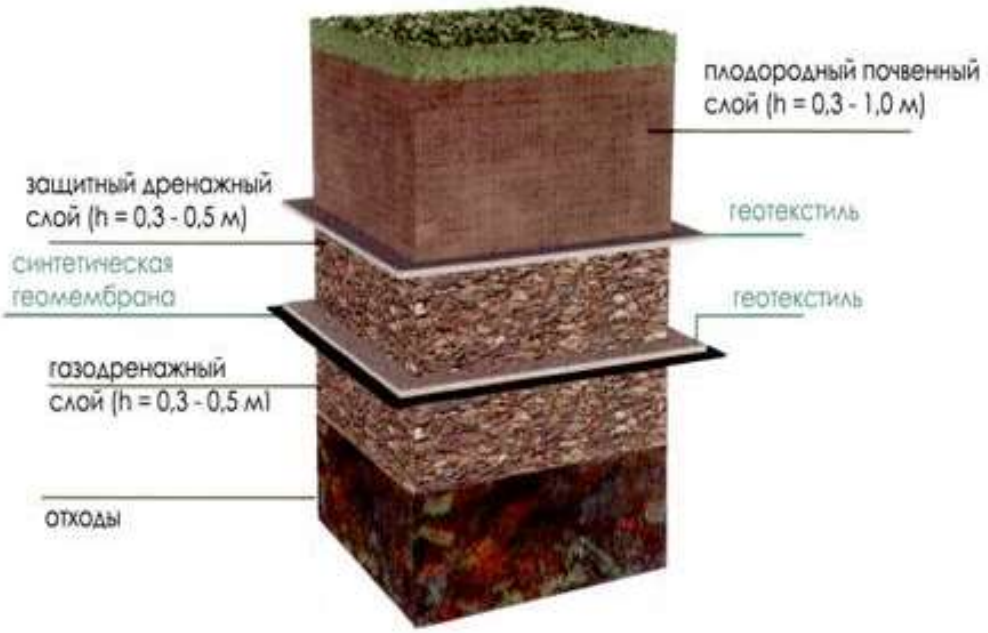


Рисунок 3 – Финальное перекрытие поверхности полигона с использованием геомембраны и геотекстиля

Для обеспечения перехвата газа, «поверх выравнивающего слоя, укладывается дренажный геосинтетический комбинированный материал (типа Combigrid или аналог). Свойства материала обеспечивают перехват и отвод газа с поверхности полигона, с последующей подачей его к газодренажным скважинам» [2]. Для пассивного выпуска газа в атмосферу вентиляционный слой имеет вытяжные отверстия с трубами, проникающими сквозь верхнее газонепроницаемое покрытие. Всего будет организовано 25 дегазационных труб для выхода биогаза.

Сбор и отведение стока с поверхности полигона ТКО «осуществляется устройством дренажной системы по всему периметру полигона. Учитывая период действия полигона с начала 50-х годов по настоящее время, основная часть фильтрата в полигоне сформировалась и вышла из тела полигона. В настоящее время, определяющим фактором образования фильтрата является отсутствие поверхностного экрана, что ведет к естественному увлажнению тела полигона и смешению атмосферных осадков с остаточными накоплениями фильтрата. Принятая технология рекультивации полигона с устройством противофильтрационного экрана исключает дальнейшее бесконтрольное растекание | поверхностного стока на прилегающую территорию и в тело полигона» [2].

Дренажная система, размещенная по всему периметру полигона, способствует перехвату стока лотковым дренажом с доведением точки выпуска к сольным емкостям. Устройство емкостей, обеспечивает прием суммарного расчетного стока в размере 1500 м^3. Откачка дождевых стоков из накопительных емкостей, планируется осуществлять устройствами по откачке ила. Имеется также возможность откачки с размещением переносного дренажного насоса в резервуаре. Сточные воды предполагается на очистные сооружения г. Керчь, для дальнейшей очистки.

Завершающий этап технической рекультивации полигона ТКО заключается в

устройстве рекультивационного слоя. «Рекультивационный слой выполняется отсыпкой привозными суглинистыми грунтами из карьеров толщиной 30-50 см, поверх дренажного слоя и далее обустраивается плодородный слой. На следующем этапе, для защиты склона от эрозионных процессов, а также для придания большей устойчивости растительного грунта на склонах при осадках полигона, производится укладка геосинтетических матов из полипропиленовых волокон типа Геосклон или аналогов. На завершающем этапе производится размещение слоя растительного грунта толщиной 5 см с прикаткой катками. По завершению работ формируется плодородный слой суммарной толщиной 20 см» [2].

Проектной документацией предусмотрен комплекс восстановительных работ на площади нарушенных земель по созданию искусственного рельефа гармонично вписывающегося в ландшафтную композицию городской среды. Комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий направлен на восстановление нарушенных земель (рис. 4).

Рисунок 4 – Биологический этап рекультивации полигона ТКО

В результате рекультивации будет образовываться 13 наименование отходов 4 и 5 классов общим количеством 37,579 т/год, из них 7 видов отходов 4 класса опасности, общей массой 4,720 т/год и 6 видов отходов 5 класса опасности – 32,859 т/год.

Наименования, код отходов, класс опасности и опасные свойства принимались на основе приказа Министерства Природных Ресурсов и экологии РФ от 22.05.2017 № 242 «Об утверждении классификационного каталога отходов».

Расчет массы образования отходов проводился в соответствии со «Сборником удельных образования отходов производства и потребления» [9], а также методическими рекомендациями по оценке объемов образования отходов производства и потребления. Результаты расчета представлены в таблице 2.

На территории полигона находятся некапитальные здания и сооружения (бытовки) предназначенные для осуществления текущей деятельности. Данные бытовки будут использованы во время проведения рекультивационных работ, затем они будут вывезены для дальнейшего использования. Отходы от разборки зданий не образуются.

Техническое облуживание, ремонт техники и обращение с отходами ремонта и обслуживания будет осуществляться на базе ООО «РБА-Юг» в соответствии с представленным договором обслуживания.

Проектной документацией предусмотрены специальные места временного накопления образующихся в процессе рекультивации.

Отходы, образующиеся при рекультивации полигона и пригодные для использования в качестве инертного слоя, будут использоваться, а остальные будут передаваться сторонней организации по договору.

Таблица 2 – Перечень отходов, образуемых на полигоне в процессе проведения рекультивационных работ

Название отхода	Источник образования отходов	Класс опасности отхода для ОПС	Масса отходов, т/год	Операции по обращению с отходами
Песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)	ликвидация проливов нефтепродуктов	4	0,110	передача на обезвреживание
Жидкие отходы очистки накопительных баков мобильных туалетных кабин	жизнедеятельность строителей	4	4,025	передача на обезвреживание
Светодиодные лампы, утратившие потребительские свойства	строительное производство	4	0,036	передача на обработку
Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)	строительное производство	4	0,128	передача на обезвреживание
Отходы мастики строительной на основе карбоната кальция и полиакрилата натрия	строительное производство	4	0,100	передача на утилизацию
Осадок (шлам) механической очистки нефтесодержащих сточных вод, содержащий нефтепродукты в количестве менее 15 %, обводненный	мойка колес автотранспорта	4	0,313	передача на обезвреживание
Тара из разнородных полимерных материалов, загрязненная удобрениями	посев травосмесей, внесение удобрений	4	0,008	передача на обработку и утилизацию
Итого отходов 4 класса опасности			4,720	
Отходы опалубки деревянной, загрязненной бетоном	строительное производство	5	0,213	передача для захоронения на полигоне
Ткань фильтровальная из полимерных волокон отработанная незагрязненная (отходы бентонитовых матов)	строительное производство, устройство рекультивационного покрытия	5	22,313	передача для захоронения на полигоне
Мусор от офисных и бытовых помещений организаций практически неопасный	жизнедеятельность строителей	5	1,96	передача для захоронения на полигоне
Остатки и огарки стальных сварочных электродов	строительное производство	5	0,054	передача на утилизацию
Стальной лом	строительное производство	5	0,149	передача на утилизацию
Лом бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме	Строительное производство	5	8,17	передача для захоронения на полигоне
Итого отходов 5 класса опасности			32,859	

Для отходов строительного периода устанавливаются основные способы накопления в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями [11]:

– временное накопление на территории стройгородка на открытых площадках или в иных контейнерах (площадки для временного накопления отходов (далее – ПВХО), складские сооружения, емкости и др.);

– временное хранение отходов на территории предназначается для селективного сбора и накопления отдельных видов отходов для дальнейшей утилизации.

Характеристика отходов по компонентному составу, мест организованного накопления, способа накопления, периодичность удаления, операции по обращению с отходами, исходя из данных по оценке его класса опасности, агрегатного состояния, растворимости, летучести, свойств опасности и других параметров устанавливаются в технологических регламентах подрядной строительной компании.

Накопление отходов в соответствии с классом опасности, должно удовлетворять следующим требованиям:

– отходы IV класса опасности накапливаются в ёмкостях или резервуарах (жидкие и пастообразные отходы); твёрдые – в полиэтиленовых мешках, закрытых ящиках, контейнерах, тары (навалом, насыпью);

– отходы V класса опасности – в полиэтиленовых мешках, контейнерах, закрытых ящиках, тары (навалом, насыпью или в виде гряд).

При временном накоплении отходов соблюдаются следующие условия:

– поверхность площадки утрамбовывается, для накопления отходов в емкостях необходимо предусмотреть поддоны, исключающие загрязнения почвы;

– по периметру площадки должна быть предусмотрена отбортовка или обваловка для предотвращения попадания вредных веществ на почву;

– для защиты массы отходов от атмосферных осадков и ветра, накапливающихся без тары в открытых приёмниках-накопителях, предусматривается эффективная защита (оборудование укрытие брезентом, упаковка отходов в тару и др.), места организованного накопления по возможности должны быть расположены с подветренной стороны по отношению к застройке.

После начала рекультивации полигон прекращает прием и захоронение отходов, а ранее накопленные отходы используются при рекультивации.

В соответствии с требованиями законодательства в области санитарно-эпидемиологической и пожарной безопасности, а также с учетом технологических особенностей и вида образующихся отходов, показано соблюдение следующих мер:

– раздельный сбор отходов в соответствующие емкости в зависимости от вида и класса опасности;

– контроль своевременной передачи накопленных отходов специализированным организациям;

– предотвращение взаимодействия отходов с атмосферными осадками;

– расположение открытых площадок хранения отходов с подветренной стороны на твердом водонепроницаемом покрытии;

– содержание вредных веществ в воздухе площадки временного хранения отходов на высоте 2 м не должно превышать 30 % ПДК загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны;

– наличие противопожарного инвентаря на площадках накопления отходов.

Охрану земель после рекультивации объекта обеспечат следующие проектные решения:

- устройство поверхностной изоляции для недопущения попадания атмосферных осадков в тело полигона, тем самым, исключая образование фильтрата;
- организованный отвод поверхностных вод;
- рациональное использование земель;
- мониторинг почв.

Проектные материалы содержат Программу производственного экологического контроля (ПЭК) и мониторинга окружающей среды на период производства рекультивационных работ и в пострекультивационный период продолжительностью 5 лет.

В рамках проведения ПЭК проводится контроль наличия у подрядных строительных организаций комплекта природоохранной документации и обследование земельных участков и прилегающих к ним территорий на предмет выявления нарушений норм и требований

экологического законодательства при осуществлении хозяйственной деятельности на объекте. Периодичность проведения ПЭК на этапе рекультивации полигона ТКО - 1 раз в квартал.

ПЭК в период рекультиваций может осуществлять «застройщик, подрядчик или привлечённые на договорных условиях специализированные организации, имеющие необходимое оборудование, квалифицированный персонал и аккредитованные аналитические лаборатории» [11].

В период проведения рекультивации полигона ТКО производственный экологический мониторинг включает в себя: геоэкологический мониторинг; мониторинг состояния и загрязнения атмосферного воздуха; мониторинг состояния и загрязнения поверхностных вод; мониторинг состояния и загрязнения подземных вод; мониторинг состояния и загрязнения почвенного покрова; мониторинг за обращением с отходами производства и потребления; мониторинг за окружающей средой при авариях.

Мониторинг геологической среды проводится 1 раз в месяц на протяжении всего периода проведения рекультивационных работ и включает визуальные, натурные исследования. Ведётся контроль за состоянием оползневых, солифлюкционных процессов на уступах, при обнаружении проседания грунта требуется его досыпка и уплотнение.

Контроль почвенного покрова осуществляется визуальным и инструментальным методами. Первый заключается в осмотре территории и регистрации мест нарушений и загрязнений земель, второй даёт качественную и количественную информацию о содержании загрязняющих веществ.

Программа мониторинга состояния почвенного покрова предусматривает «отбор проб почвы в следующих точках: для замеров фоновых концентраций загрязняющих веществ в почве 1 контрольный пост расположен с северной стороны полигона ТКО на расстоянии 500 м от границ участка, вдали от грунтовых дорог и с наветренной стороны от фронта работ; 2 контрольных поста расположены на площади СЗЗ вдоль вектора розы ветров» [11] - в юго-восточном направление на расстоянии 100, 200 и 300 м.

Контроль качества почвы осуществляется по следующим химическим веществам: «свинец, цинк, медь, никель, мышьяк, ртуть, 3,4-бензпирен, нефтепродукты, pH, алюминий, фтор, нитриты, нитраты, гидрокарбонаты, органический углерод, диоксины. Кроме этого, проводятся гельминтологические и микробиологические исследования (индекс энтерококков, патогенные бактерии, в том числе сальмонеллы)» [11]. Периодичность отбора проб почвы - 1 раз в год.

ПЭК в области обращения с отходами включает:

– проверку порядка и правил обращения с отходами; анализ существующих производств с целью выявления возможностей и способов уменьшения количества и степени опасности образующихся отходов;

– учёт образовавшихся, использованных, обезвреженных, а также размещённых отходов; составление и утверждение Паспортов отходов;

– определение массы размещаемых отходов в соответствии с выданными лимитами на размещение отходов в окружающей среде; мониторинг состояния окружающей среды в местах хранения (накопления) и/или объектах захоронения отходов;

– проверку эффективности и безопасности для окружающей среды и здоровья населения эксплуатации объектов для размещения отходов.

Выводы. В связи с необходимостью соответствия требованиям экологического и санитарно-эпидемиологического законодательства, а также модернизации сферы обращения с ТКО, администрацией города Керчь было принято решение о закрытии и рекультивации полигона твердых коммунальных отходов на территории муниципального образования городской округ Керчь Республики Крым. Рекультивация полигона ТКО осуществляется в два этапа: технический и биологический.

По результатам инженерно-геологических изысканий определено, что в геологическом строении площадки изысканий принимают участие четвертичные отложения,

представленные суглинками от твердой до полутвердой консистенции, и неогеновые осадки, представленные твердыми глинами. Сверху коренные отложения перекрыты техногенными свалочными массами.

По совокупности факторов инженерно-геологических условий, определяющих сложность изучения исследуемой территории и выполнение различного состава и объемов изыскательских работ, участок изысканий отнесен к III категории сложности инженерно-геологических условий.

Вследствие длительного складирования твердых коммунальных отходов на участке изысканий повсеместно распространены техногенные грунты, залегающие до глубины 20,8 м., средняя мощность которых составляет 10,8 м.

Анализ архивных материалов позволяет сделать вывод, что к опасным эндогенным геологическим процессам на участке работ относится сейсмичность 9 (8,8) баллов по шкале MSK – при периоде повторяемости сейсмических событий 1 раз в 500 лет.

Иных опасных инженерно-геологических процессов, таких как эрозия, оползни, карст, которые могли бы негативно повлиять на устойчивость грунтовых массивов территории, на дневной поверхности исследуемом участке не обнаружены.

Источником техногенного влияния объекта на земельные ресурсы является вымывание атмосферными осадками токсических веществ из тела отвала твердых бытовых отходов с последующим формированием вторичных техногенных ореолов элементов и их инфильтрацией с годами через почвы.

Принятая технология рекультивации полигона с устройством противофильтрационного экрана исключает бесконтрольное растекание поверхностного стока на прилегающую территорию и в тело полигона.

В результате рекультивации будет образовываться 13 наименование отходов 4 и 5 классов общим количеством 37,579 т/год, из них 7 видов отходов 4 класса опасности, общей массой 4,720 т/год и 6 видов отходов 5 класса опасности – 32,859 т/год. Образуемые отходы будут переданы специализированным организациям на утилизацию, либо использованы в рекультивационных мероприятиях.

Анализ программы производственного экологического контроля и мониторинга позволяет сделать выводы о своевременном контроле состояния почвенного покрова и геологической среды в целом, а также эффективности предусмотренного проектной документацией комплекса природоохранных мероприятий.

Список использованной литературы:

1. *Завизион Ю.В.* Геоэкологическая оценка состояния полигона захоронения твердых коммунальных отходов: дис. … канд. техн. наук: 25.00.36 / Юлия Владимировна Завизион. Пермь, 2019. 168 с.
2. *Сытник Н.А***.** Оценка влияния на атмосферный воздух рекультивации полигона твердых коммунальных отходов города Керчь Республики Крым // Вестник КГМТУ. 2023. № 3. С. 79-91.
3. *Вайсман Я.И., Вайсман О.Я., Максимова С.В.* Управление метаногенезом на полигонах твердых бытовых отходов. Пермь: Из-во Перм. гос. техн. ун-та, 2003. 228 с.
4. *Слюсарь Н.Н., Загорская Ю.М., Ильиных Г.В.* Изучение фракционного и морфологического состава отходов старых свалок и полигонов // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. 2014. № 3 (15). С.77-85.
5. *Kjeldsen P., Barlaz M., Rooker A., Baun A., Ledin A., Christensen T.* Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review // Critical Reviews in Environmental Science and Technology. 2002. № 32 (4). P. 297-336.
6. *Weber R., Watson A., Forter M., Oliaei F.* Review Article: Persistent organic pollutants and landfills – a review of past experiences and future challenges // Waste Management & Research. 2011. № 29 (1). P. 107-121.
7. *Heyer K.-U., Koop A., Hupe K., Stegmann R.* Wege und kriterien zur Entlassung aus der

Deponienachsorge // Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft – Stillegung und Nachsorge von Deponien. Verlag Abfall aktuell, 2011. Band 20. P. 99-117.
8. Об утверждении классификационного каталога отходов: приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 242 от 22.05.2017 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_218071/ (дата обращения: 15.11.2023).
9. Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления: утв. Госкомэкологией РФ 07.03.1999. URL: https://legalacts.ru/doc/sbornik-udelnykh-pokazatelei-obrazovanija-otkhodov-proizvodstva-i/ (дата обращения: 10.11.2023).
10. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. М.: Стандартинформ, 2017.
11. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. М.: Стандартинформ, 2022. 83 с.

References:

1. Zavizion Yu.V. *Geoekologicheskaya ocenka sostoyaniya poligona zahoroneniya tverdyh kommunal'nyh othodov. Diss. kand. tehn. nauk* [Geoecological assessment of the solid municipal waste disposal site condition. Cand. engin. sci. diss.]. Perm, 2019, 168 p. (In Russian).
2. Sytnik N.A. Ocenka vliyaniya na atmosfernyj vozduh rekul'tivacii poligona tverdyh kommunal'nyh othodov goroda Kerch' Respubliki Krym [Assessment of the impact on the atmospheric air of landfill reclamation in Kerch city of the Republic of Crimea]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2023, no. 3, pp. 79-91. (In Russian).
3. Vaisman Y.I., Vaisman O.Y., Maksimova S.V. *Upravlenie metanogenezom na poligonah tverdyh bytovyh othodov* [Methanogenesis management on solid domestic waste landfills]. Perm, Perm. gos. tekhn. un-t Publ., 2003, 228 p. (In Russian).
4. Slyusar N.N., Zagorskaya Yu.M., Ilyinykh G.V. Izuchenie frakcionnogo i morfologicheskogo sostava othodov staryh svalok i poligonov [Study of fractional and morphological composition of waste from old dumps and landfills]. *Vestnik PNIPU. Urbanistika* [Bulletin of PNIPU. Urbanistics], 2014, no. 3 (15), pp. 77-85. (In Russian).
5. Kjeldsen P., Barlaz, M., Rooker, A., Baun, A., Ledin, A., Christensen, T. Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 2002, no. 32 (4), pp. 297-336. (In English).
6. Weber R., Watson A., Forter M., Oliaei F. Review Article: Persistent organic pollutants and landfills - a review of past experiences and future challenges. *Waste Management & Research*, 2011, no. 29 (1), pp. 107-121. (In English).
7. Heyer K.-U., Koop A., Hupe K., Stegmann R. Wege und kriterien zur Entlassung aus der Deponienachsorge. *Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft – Stillegung und Nachsorge von Deponien. - Verlag Abfall aktuell*, 2011, no. 20, pp. 99-117. (In English).
8. Russian Federation. Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation № 242 of May 22, 2017, *Ob utverzhdenii klassifikacionnogo kataloga othodov* [On approval of the classification catalog of wastes]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_218071/ (accessed 15.11.2023).
9. Russian Federation. Order of the State Committee for Ecology of the Russian Federation of March 7, 1999, *Sbornik udel'nyh pokazatelej obrazovaniya othodov proizvodstva i potrebleniya* [Collection of specific indicators of production and consumption waste generation]. (In Russian). Available at: https://legalacts.ru/doc/sbornik-udelnykh-pokazatelei-obrazovanija-otkhodov-proizvodstva-i/ (accessed 10.11.2023).
10. *SP 47.13330.2016. Inzhenernye izyskaniya dlya stroitel'stva. Osnovnye polozheniya.*

Aktualizirovannaya redakciya SNiP 11-02-96 [SP 47.13330.2016 Engineering surveys for construction. Basic provisions. Updated version of SNiP 11-02-96]. Moscow, Standartinform Publ., 2017, 37 p. (In Russian).

11. *SanPiN 2.1.3684-21. Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k soderzhaniyu territorij gorodskih i sel'skih poselenij, k vodnym ob"ektam, pit'evoj vode i pit'evomu vodosnabzheniyu, atmosfernomu vozduhu, pochvam, zhilym pomeshcheniyam, ekspluatacii proizvodstvennyh, obshchestvennyh pomeshchenij, organizacii i provedeniyu sanitarno-protivoepidemicheskih (profilakticheskih) meropriyatij* [Sanitary rules and regulations 2.1.3684-21. Sanitary and epidemiological requirements for the maintenance of the territories of urban and rural settlements, for water bodies, drinking water and drinking water supply, atmospheric air, soils, living quarters, operation of industrial, public premises, organization and conduct of sanitary and antiepidemic (preventive) measures]. Moscow, Standartinform Publ., 2022, 83 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Сытник Наталья Александровна	канд. биол. наук, доцент, заведующий кафедрой экологии моря Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 amtek-kerch@mail.ru
Sytnik Natalya Aleksandrovna	Ph.D. (Biol.), Associate Professor, Head of the Department of marine ecology Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 amtek-kerch@mail.ru

УДК 366.648.2 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.011**

Глебова Е.В., Лаптева Е.П.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ПОВЫШЕНИЮ ОБРАЗОВАННОСТИ И ОСВЕДОМЛЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЯ

Аннотация. Статья посвящена разработке методических основ формирования социальной ответственности производителя пищевой продукции в отношении своего потребителя. Представлен анализ законодательных и нормативных документов, устанавливающих требования к информированию потребителей пищевой продукции. Приведены результаты упорядочения терминологии, описывающей состав и содержание информации о пищевой продукции представляемой потребителям, а также способы донесения информации до потребителей. Определены элементы формирующие социально ответственное поведение производителя пищевой продукции в отношении потребителя, которые представлены в виде контекстной диаграммы, что позволило сформировать модель информирования потребителей о свойствах пищевого продукта. Предложен методический подход к формированию у производителя пищевой продукции социальной ответственности перед потребителем представленный совокупностью графических моделей, направленных на формирование образованности, осведомленности и насмотренности потребителей пищевой продукции.
Ключевые слова: социальная ответственность, пищевая продукция, производитель, потребитель, маркировка, информированность, образованность, осведомленность, насмотренность, культура потребления.

Glebova E.V., Lapteva E.P.

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGICAL APPROACH TO INCREASING CONSUMER EDUCATION AND AWARENESS

Abstract. The article is devoted to the development of methodological foundations for the formation of social responsibility of a food producer in relation to its consumer. The analysis of legislative and regulatory documents establishing requirements for informing consumers of food products is presented. The results of the ordering of terminology describing the composition and content of information about food products presented to consumers, as well as ways to convey information to consumers are presented. The elements forming socially responsible behavior of the producer of food products in relation to the consumer are defined, which are presented in the form of a contextual diagram, which made it possible to form a model of informing consumers about the properties of a food product. A methodological approach to the formation of a food producer's social responsibility to the consumer is proposed, represented by a set of graphical models aimed at the formation of education, awareness and observation of consumers of food products.
Keywords: social responsibility, food products, producer, consumer, labeling, awareness, education, awareness, observation, consumer culture.

Введение

Мировой опыт деятельности в различных областях экономики свидетельствует об осознании обществом потребности в социально ответственном поведении всех участников экономической деятельности. Повышение социальной ответственности организаций любой формы собственности способствует повышению результатов ее деятельности в отношении общества, в котором она функционирует, что объясняется пониманием необходимости поддержания настроений здоровых и чувства социальной справедливости в обществе, формирования ощущения защищенности всех его членов.

Результатом появления подобных процессов и настроений в обществе стал ГОСТ Р ИСО 26000-2012 «Руководство по социальной ответственности» представляющий собой документ, содержащий принципы, лежащие в основе проявления социальной

ответственности следовать которым необходимо при взаимодействии со всеми заинтересованными сторонами. Вышеуказанный стандарт может быть использован любой организацией, желающей повысить уровень своей социальной ответственности, проведя самостоятельный анализ положений стандарта и диалога с заинтересованными лицами [1].

Производители пищевой продукции по всему миру все больше осознают необходимость и получаемые преимущества от социально ориентированной деятельности по всей цепочке создания пищевой продукции. Такое поведение обеспечивает организации множество выгод, таких как повышение привлекательности организации, повышение конкурентоспособности и репутации, совершенствование экономических и производственных показателей, а также повышение производительности. Введенный в действие в 2023 году ГОСТ Р 70643-2023/ISO/TS «Социальная ответственность и устойчивое развитие. Руководство по применению ИСО 26000:2010 в цепи создания пищевой продукции» называет семь основных тем социальной ответственности производителя пищевой продукции и показывает возможные проблемы в каждой из тем (рисунок 1) [2].

Рисунок 1 – Темы социальной ответственности в соответствии с ИСО 26000:2010

Анализ тем социальной ответственности представленных на рисунке 1 показывает их разнообразие, ряд тем регулируется правовыми нормами ведения хозяйственной деятельности на территории Российской Федерации (соблюдение прав человека, ведение добросовестных трудовых и деловых практик), некоторые темы созвучны с целями устойчивого развития принятыми Организацией Объединенных Наций (охрана окружающей среды, участие в жизни сообществ и их развитие), тема проблем связанных с потребителем в отличии от вышеперечисленных, является более конкретной и узконаправленной. Основные проблемы, возникающие у производителя пищевой продукции, связанные с потребителем представлены на рисунке 2.

Проведя анализ проблем, представленных на рисунке 2, следует отметить, что для решения многих из них существуют общеизвестные и популярные методы, изложенные в ряде международных и национальных нормативных документов, представляющих собой обобщение лучших практик, используемых для решения возникающих вопросов. Так, например, защита здоровья и обеспечение безопасности потребителей пищевой продукции обеспечивается требованием общего ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», глава 3 «при осуществлении процессов производства (изготовлении) пищевой продукции связанных с требованиями безопасности такой продукции, производитель должен разработать, внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах ХАССП (в английской транскрипции HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Points) [3].

Рисунок 2 – Проблемы, возникающие у производителя пищевой продукции связанные с потребителем

Для разрешения споров и претензий потребителей в сегодняшней практике так же имеется целый ряд нормативных документов, содержащих рекомендации по разработке, внедрению и реализации процессов связанных с рассмотрением претензий потребителей и организации обратной связи с потребителями, в качестве таких нормативных документов могут быть названы ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования», ГОСТ Р ИСО 10002-2020 «Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по управлению претензиями в организациях» [4, 5].

Наличие же подобных рекомендаций или методических основ по формированию (повышению) образованности и осведомленности потребителя о свойствах приобретаемой им пищевой продукции позволит защитить добросовестного производителя обеспечивающего соблюдение требований безопасности и качества производимой им пищевой продукции на всех этапах ее жизненного цикла, но утративших эти свойства вследствие ее неправильного использования (приготовления, хранения, употребления) потребителем с низкой культурой потребления.

Цель исследования – разработать методический подход к повышению образованности и осведомленности потребителя предприятиями производителями пищевых продуктов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проведен анализ обязательных требований к информации о пищевой продукции предоставляемой потребителям;
- проведено упорядочение понятий в области обеспечения потребителя информацией о пищевой продукции;
- проведена идентификация элементов методического подхода по формированию (повышению) образованности и осведомленности потребителя;
- разработан методического подхода по формированию (повышению) образованности и осведомленности потребителя.

Материалы и методы исследования

Проблемы, связанные с информацией о продукции, обязательной маркировкой, конфиденциальностью сведений о потребителе решаются производителем путем выполнения

требований Федеральных законов «О защите прав потребителей», «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [6, 7].

Однако, несмотря достаточное количество перечисленных законодательных актов и нормативных документов, следует отметить отсутствие в них положений, касающихся повышения осведомленности и образованности своего потребителя производителем пищевой продукции и как следствие отсутствуют рекомендации по формированию (повышению) их у потребителей производителями пищевой продукции.

В работе были использованы общенаучные методы анализа, синтеза, сравнения, обобщения, системный и процессный подходы

Результаты исследования и их обсуждение

Федеральный закон РФ «О защите прав потребителей», говорит о том, что потребитель вправе потребовать предоставления необходимой и достоверной информации об изготовителе, режиме его работы и реализуемых им товарах, а изготовитель обязан довести до сведения потребителя фирменное наименование своей организации, место ее нахождения и режим ее работы [6]. На практике выполнение подобных требований обеспечивается необходимостью соблюдения требований общего ТР ТС 022/2011 «О маркировке пищевой продукции», требованиями специальных технических регламентов (по отраслям производства) и ГОСТ Р 51074-2003 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» [8, 9].

В соответствии с разъяснениями данными в Codex Alimentarius, люди имеют право ожидать от пищевых продуктов, которые они едят безопасности и пригодности для потребления, другими словами все пищевые продукты должны быть безопасны для потребителя, и информация о этой продукции должна быть доступна для потребителя [10].

Очевидно, что донесение информации до потребителя, это весьма сложный процесс, который должен включать в себя информирование потребителей двумя видами информации:

- в области донесения до потребителя информации, которая должна быть выполнена на законодательной основе, т.е. обязательные требования к маркировке [3, 6, 8];
- донесение всей дополнительной информации продиктованной заботой производителя о своем потребителе, такой информацией является рекомендации по правильному потреблению продукции, формирование у потребителя понимания как могут изменяться свойства продукции в процессе ее хранения и потребления.

В соответствии со второй задачей проводимого исследования, был проведен анализ понятий, отвечающих за обеспечение передачи потребителю пищевой продукции сведений о приобретаемой им продукции и их соотнесение к перечисленным выше видам информации доносимой до потребителя.

Для достижения цели проводимого исследования и упорядочения понятий, связанных с передачей потребителю информации о свойствах и характеристиках приобретаемой им пищевой продукции, а также основываясь на ранее установленном делении информации доносимой производителем пищевой продукции своему потребителю, было принято решение под информированностью потребителя подразумевать донесение конечному потребителю информации, требуемой в соответствии с законодательством Российской Федерации. В результате получения этой информации потребитель приходит к осознанному решению о выборе пищевого продукта, у потребителя формируется правильное мнение о качестве приобретаемого продукта и о его правильном использовании.

Информированность потребителей предполагает:

- наличие информации о продукте – потребитель должен получать обязательно всю информацию в соответствии с ТР ТС 022/2011 «О маркировке пищевой продукции», а также требования, имеющиеся в отраслевых технических регламентах;
- возможность выбора необходимого продукта на основании полученной информации - полученная потребителем информация должна быть доступной, достоверной и достаточной для того чтобы потребитель мог определится с выбором продукта;
- знание законодательств в области пищевой продукции – иметь возможность связаться

с производителем, иметь возможность отправить отзыв о продукции, возможность пожаловаться о недобросовестном производителе в контролирующие органы.

Следует отметить, что в рамках проводимого исследования понятие «информированность» потребителя, не затрагивает вопросы, связанные с правильным использованием пищевого продукта, пониманием культуры его потребления. Так же рассматриваемое понятие не охватывает вопрос образованности потребителей пищевой продукции, о котором говориться как об одном из направлений социальной ответственности производителя.

Обобщая все вышесказанное, очевидна необходимость разработки понятийного аппарата, характеризующего способы и виды передачи информации при формировании социально ответственного поведения производителя пищевой продукции в отношении потребителя в области его осведомленности и образованности. В качестве таких понятий были предложены «осведомленность», «образованность» и «насмотренность» потребителя, сущность и содержание которых предлагается в следующих формулировках соответственно:

- осведомленность – под осведомленностью потребителя пищевой продукции следует понимать донесение дополнительной информации о пищевом продукте потребителю, не являющейся обязательной в соответствии с законодательством в качестве способов донесения такой информации, могут быть рекламные вкладыши в упаковку продукции, настенные постеры в точке реализации или выкладке товаров в торговых сетях, генерация двухмерного штрих-кода для нанесения его на упаковку продукции;
- образованность – под образованностью потребителя следует понимать поиск источников информации и последующее их донесение до потребителя в целях повышения культуры потребления пищевой продукции, знание состава пищевых продуктов, понимания энергетической и пищевой ценности, знание о своих правах и возможности обращения в контролирующие органы, примером повышения образованности потребителя может служить например размещение ссылки на Государственный информационный ресурс в сфере защиты прав потребителя (www.zpp.rospotrebnadzor.ru, являющийся источником знания потребителя о действующих нормах потребительского права и его изменениях) на упаковке продукта или донесение его до внимания потребителя любым иным способом. Для целей повышения осведомленности Роспотребнадзором создан и успешно функционирует государственный информационный ресурс в области защиты прав потребителей, который является источником осведомленности о действующих нормах потребительского права и его изменениях;
- насмотренность – под насмотренностью потребителя следует понимать перевод дополнительной информации о пищевом продукте в информационные символы и размещение их в точках реализации (выкладки) продукции в торговых сетях, нанесении их на упаковку продукта (например, знак чистые руки, знак использования чистой посуды, знак говорящий о соблюдении товарного соседства и т. д.).

С учетом предложенных понятий для формализации процесса «Формирование социально ответственного поведения производителя пищевой продукции в отношении потребителя в области его осведомленности и образованности» была построена контекстная диаграмма, включающая все рассмотренные выше понятия, диаграмма представлена на рисунке 3.

Анализируя данные представленные на рисунке 3, видно, что информирование потребителя заключается в предоставлении потребителю обязательной информации при формировании этикетки продукта подлежащей обязательному нанесению при маркировке продукции, в то время как образованность, осведомленность и насмотренность, формирующиеся у потребителя, ведут к формированию у потребителя высокой культуры потребления.

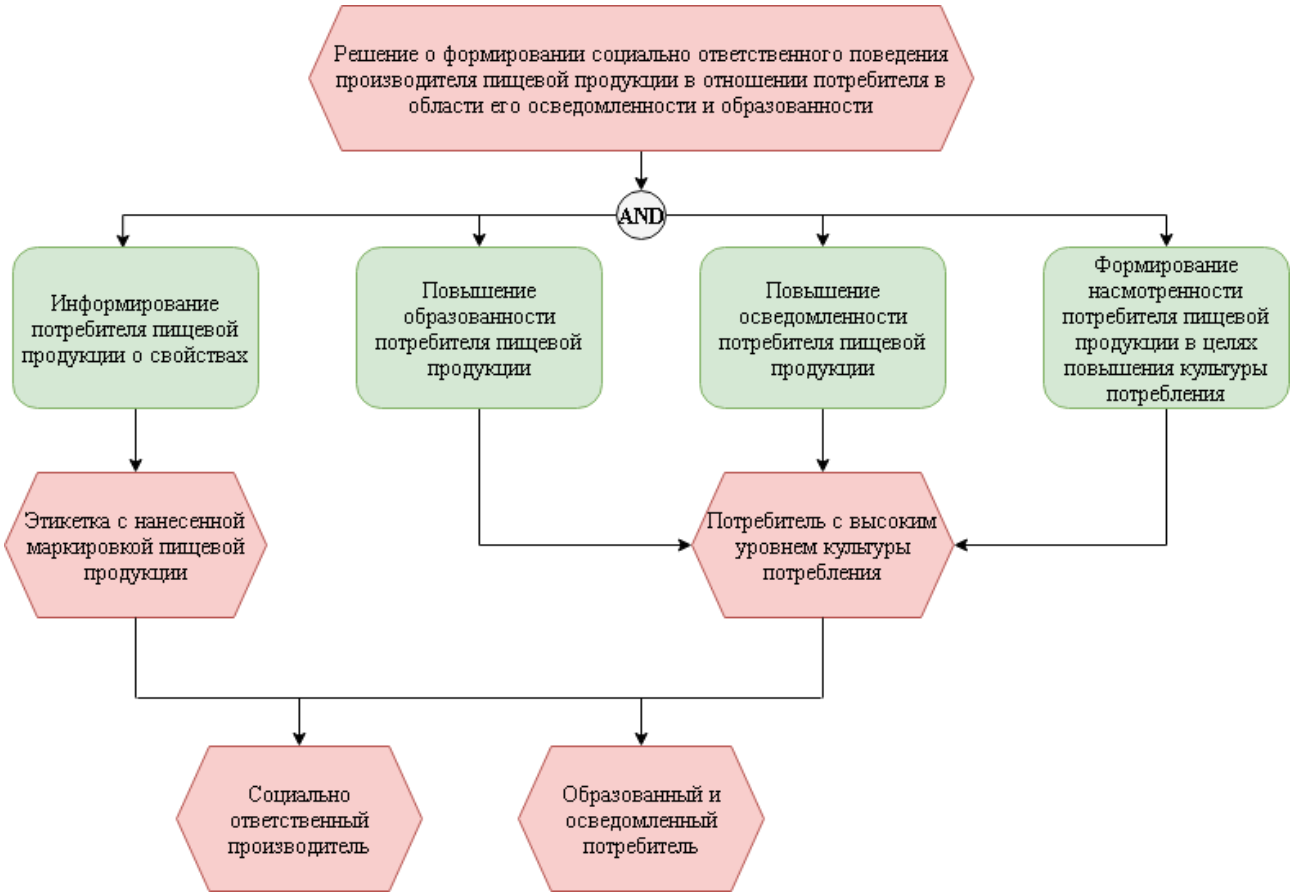


Рисунок 3 – Контекстная диаграмма процесса «Формирование социально ответственного поведения производителя пищевой продукции в отношении потребителя в области его осведомленности и образованности»

Однако при выполнении законодательных требований к обязательной маркировке пищевой продукции, у производителя так же есть возможность проявить заботу о своем потенциальном потребителе, например, при проведении опроса потребителя о доступности ему и понимании информации, вынесенной на этикетку. Методический подход формирования социальной ответственности производителя пищевой продукции при обязательном информировании потребителя в виде графической модели представлен на рисунке 4. В случае организации производителем работ по информированию потребителя в соответствии с предложенным порядком действий производитель будет иметь этикетку с удобно расположенной, легко читаемой и понимаемой информацией для потребителя.

Следуя контекстной диаграмме, представленной на рисунке 3, следующей составляющей формирующей социальную ответственность производителя пищевых продуктов перед потребителем является повышение его образованности. Под повышением образованности потребителя следует иметь в виду повышение культуры потребления пищевой продукции. Культура потребления должна включать просвещение потребителя, привитие ему понимания важности и навыков чтения и понимания информации содержащейся на этикетке продукта, на основании этого иметь возможность делать осознанный выбор в приобретении пищевых продуктов. Принимать и осознавать информацию о присутствии в составе пищевого продукта аллергенов, осуществлять его хранение, приготовление и потребление так что бы они препятствовали загрязнению, росту и жизнеспособности патогенных микроорганизмов. Методический подход к организации производителем повышения образованности потребителя пищевой продукции в виде графической модели представлен на рисунке 5.

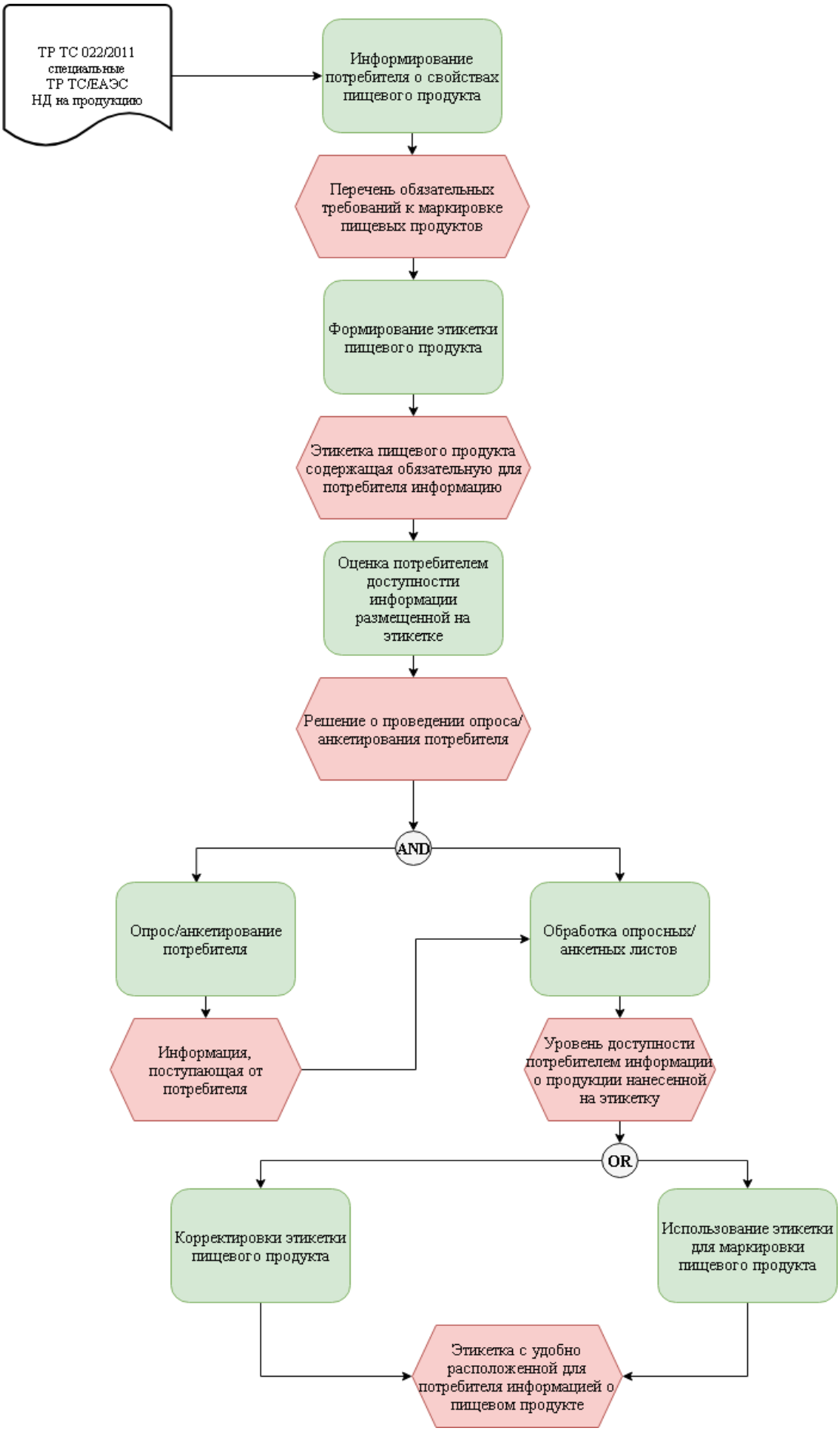


Рисунок 4 – Модель информирования потребителя о свойствах пищевого продукта

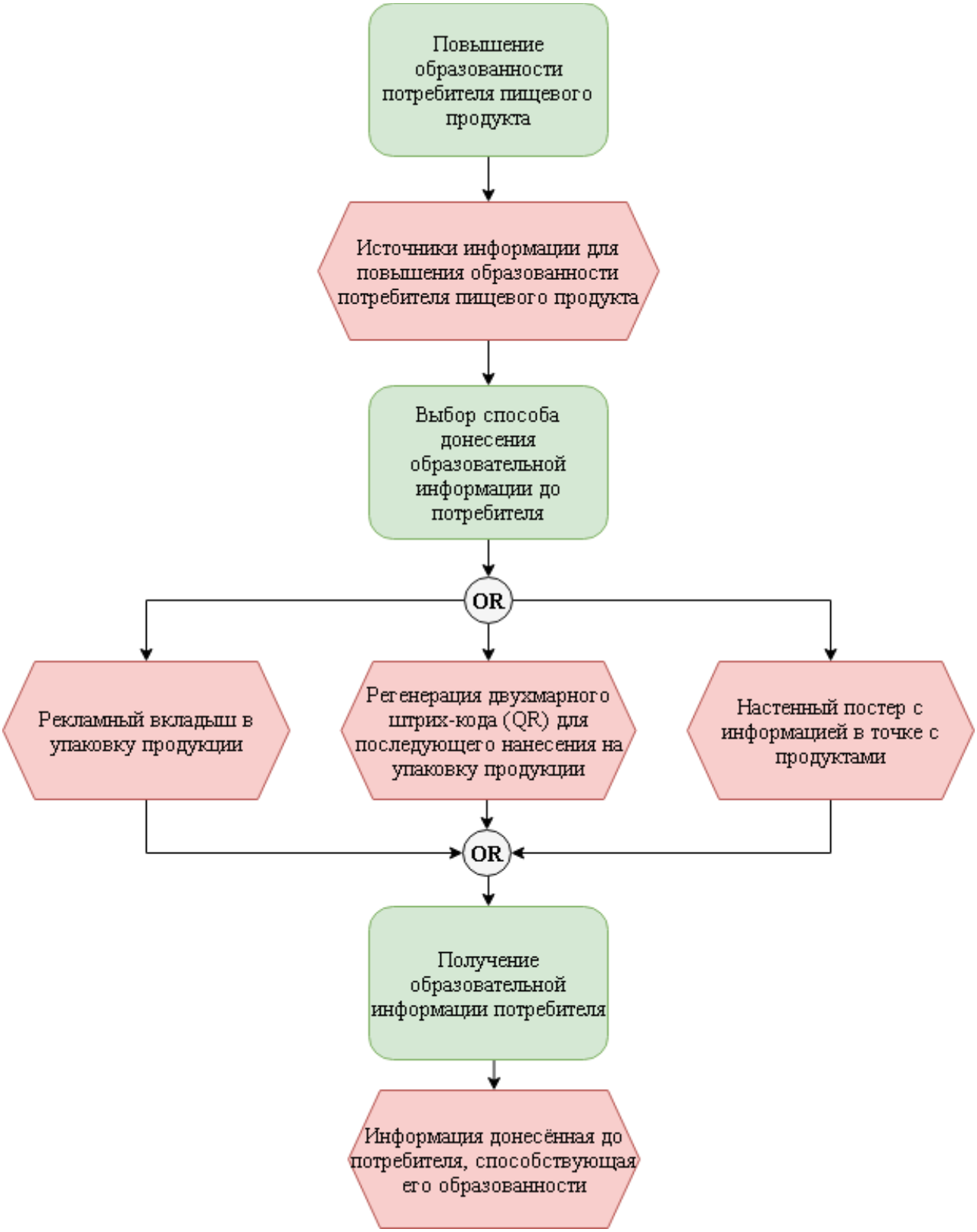


Рисунок 5 – Модель формирование (повышение) образованности потребителя пищевой продукции

Отдельной проблемой безопасности пищевых продуктов является недостаточная культура потребления в части приготовления пищевых продуктов, когда сам потребитель не соблюдает гигиенические нормы и требования: не моет руки при приготовлении продукта, неправильно готовит, хранит и т. д. Следовательно, безопасность пищевых продуктов – это не

только ответственность государства (органы по защите прав потребителя), но и ответственность производителя который должен дать исчерпывающую информацию о продукции, а также ответственность потребителя, который должны правильно эту информацию понять, принять, воспользоваться и позаботиться о безопасности пищевого продукта и о своей безопасности. Грамотный производитель заинтересован в донесении до потребителя как можно большей информации по правильному использованию и приготовлению своей продукции, так как неосведомленный потребитель может получить негативный опыт потребления данного продукта, что соответственно приведет к тому что потребитель не будет приобретать продукт данного производителя.

Недостаток информации о продукции или недостаточные знания общих принципов гигиены пищевых продуктов могут привести к неправильному обращению с продукцией, неправильное обращение с продукцией в свою очередь может стать причиной заболевания или привести к непригодности продуктов для потребления, несмотря на то что на более ранних этапах жизненного цикла пищевой продукции были выполнены все требования по обеспечению пищевой ее безопасности. Методический подход к организации производителем осведомленности потребителя пищевого продукта в виде графической модели представлен на рисунке 6.

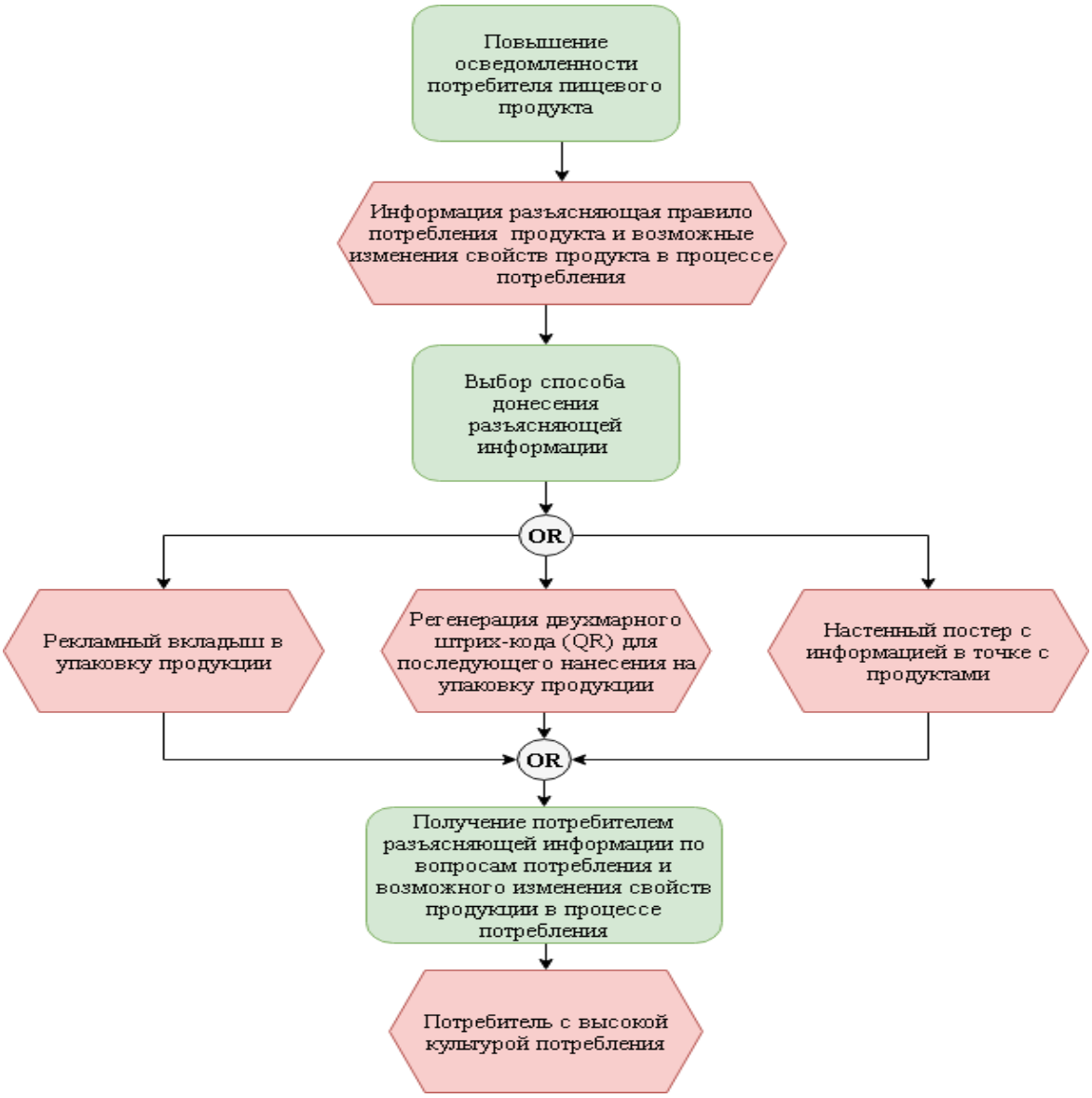


Рисунок 6 – Модель формирование (повышение) осведомленности потребителей пищевой продукции

Наравне с рассмотренными выше составляющими формирующими социальную ответственность производителя пищевой продукции (рисунок 3) формирование насмотренности потребителя о правильном приготовлении продукции, о соблюдении правил личной гигиены при его приготовлении, о правильном потреблении и хранении имеет очень важное значение. Методический подход к организации производителем насмотренности потребителя пищевого продукта в виде графической модели представлен на рисунке 7.

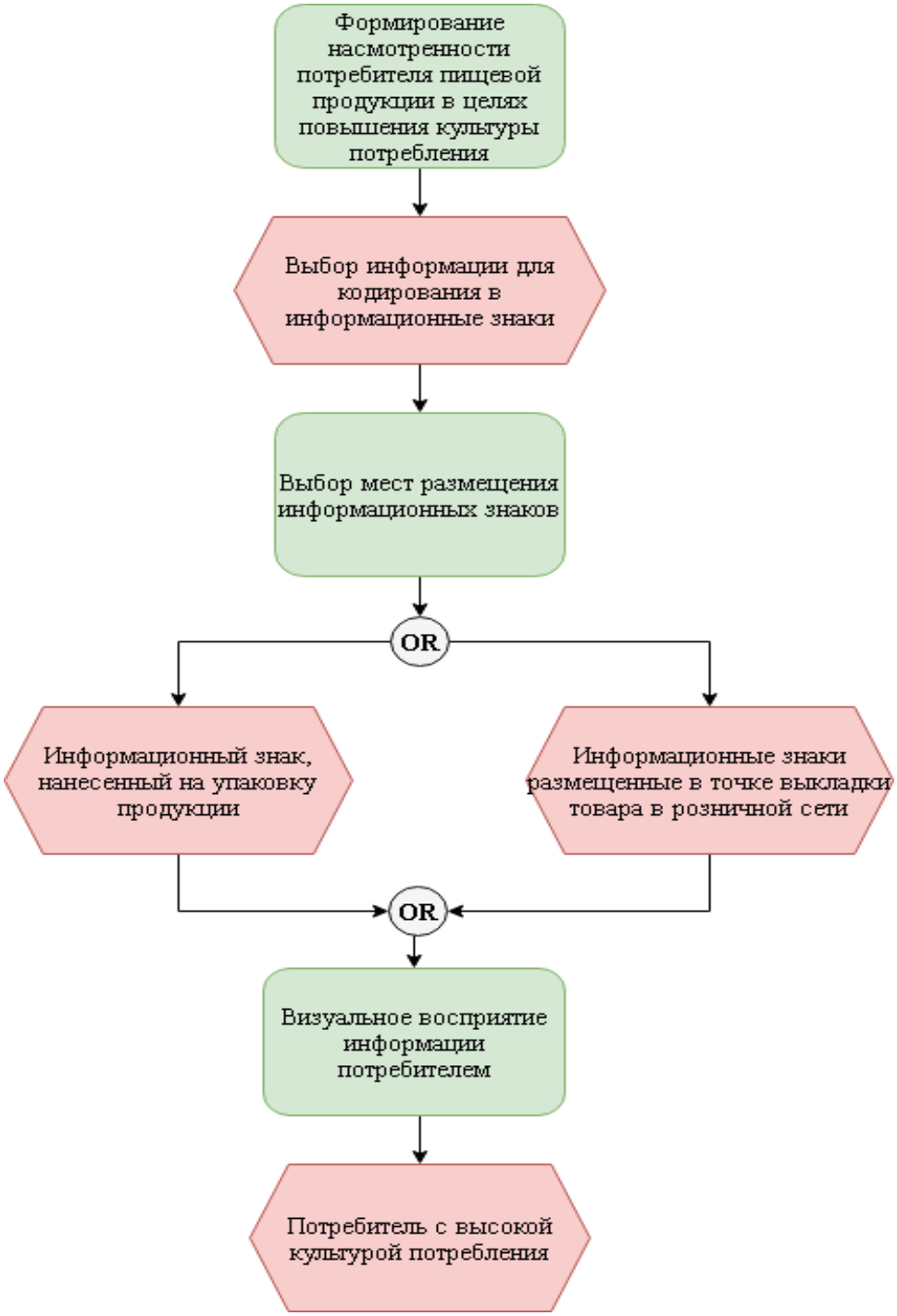


Рисунок 7 – Модель формирования (повышения) насмотренности потребителя пищевой продукции

Выводы. Все пищевые продукты должны сопровождаться соответствующими документами и содержать на этикетке необходимую информацию, позволяющую предприятиям всех звеньев продовольственной цепи или потребителю правильно и

безопасно обращаться с этими продуктами, готовить их, выставлять для продажи, хранить или использовать.

Проведенные исследования показали, что к настоящему времени в стране создана законодательная база в области информирования потребителей, однако наряду с этим встает необходимость участия производителей пищевой продукции в формировании (повышении) просвещения, образованности и осведомленности своих потребителей: о методах подготовки пищевой продукции до потребления, о методах потребления и использования продукции, которые будут соответствовать высокой культуре потребления пищевой продукции. Разработанный методический подход позволит производителям пищевой продукции развивать социальную ответственность в отношении своего потребителя, что в свою очередь обеспечит лояльность потребителя к производителю пищевой продукции.

Список использованной литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности. М.: Стандартинформ, 2014. 114 с.
2. ГОСТ Р 70643-2023/ISO/TS. Социальная ответственность и устойчивое развитие. Руководство по применению ИСО 26000:2010 в цепи создания пищевой продукции. М.: Российский институт стандартизации, 2023. 36 с.
3. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции № 880 от 9.12.2011. URL: https://docs.cntd.ru/documet/902320560 (дата обращения: 22.09.2023).
4. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2015. 24 с.
5. ГОСТ Р ИСО 10002-2020. Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания по управлению претензиями в организациях. М.: Стандартинформ, 2020. 26 с.
6. О защите прав потребителей: федеральный закон Российской Федерации № 2300-1-ФЗ от 07.02.1992 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305/ (дата обращения: 22.09.2023).
7. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: федеральный закон № 149-ФЗ от 27.07.2006 г. URL: https://docs.cntd.ru/document/901990051 (дата обращения: 22.09.2023).
8. ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки от 9.12.2011 № 881. URL: https://docs.cntd.ru/document/902320347 (дата обращения: 22.09.2023).
9. ГОСТ Р 51074-2003. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2006. 41 с.
10. Codex Alimentarius. Международные стандарты пищевых продуктов. URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/home/ru/ (дата обращения: 22.09.2023).

References:

1. *GOST R ISO 26000-2012. Rukovodstvo po social'noj otvetstvennosti* [State Standard ISO 26000-2012. Guidelines for social responsibility]. Moscow, Standartinform Publ., 2014, 114 p. (In Russian).
2. *GOST R 70643-2023/ISO/TS. Social'naya otvetstvennost' i ustojchivoe razvitie. Rukovodstvo po primeneniyu ISO 26000:2010 v cepi sozdaniya pishchevoj produkcii* [State Standard ISO 70643-2023/ISO/TS. Social responsibility and sustainable development. Guidelines for the use of ISO 26000:2010 in the food production chain]. Moscow, Russian Institute of Standardization Publ., 2023, 36 p. (In Russian).
3. *TR TS 021/2011. O bezopasnosti pishchevoj produkcii* [TR TS 021/2011. On food safety № 880 of December, 9, 2011]. (In Russian). Available at: https://docs.cntd.ru/documet/902320560 (accessed 22.09.2023).
4. *GOST R ISO 9001-2015. Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya* [State Standard ISO 9001-2015. Quality management systems. Requirements]. Moscow, Standartinform Publ.,

2015, 24 p. (In Russian)
5. *GOST R ISO 10002-2020 Menedzhment kachestva. Udovletvorennost' potrebitelej. Rukovodyashchie ukazaniya po upravleniyu pretenziyami v organizaciyah* [State Standard ISO 10002-2020 Quality management. Customer satisfaction. Guidelines for claims management in organizations]. Moscow, Standartinform Publ., 2020, 26 p. (In Russian)
6. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 2300-FZ of February, 7, 1992, *O zashchite prav potrebitelej* [On Consumer Rights Protection]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305/ (accessed 22.09.2023).
7. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 149-FZ of July 7, 2006, *Ob informacii, informacionnyh tekhnologiyah i o zashchite informacii* [On Information, Information Technologies and Information Protection]. (In Russian). Available at: https://docs.cntd.ru/document/901990051 (accessed 22.09.2023).
8. *TR TS 022/2011. Pishchevaya produkciya v chasti ee markirovki* [TR TS 022/2011. Food products in terms of their labeling № 881 of December, 9, 2011]. (In Russian). Available at: URL: https://docs.cntd.ru/document/902320347 (accessed 22.09.2023).
9. *GOST R 51074-2003. Produkty pishchevye. Informaciya dlya potrebitelya. Obshchie trebovaniya* [State Standard 51074-2003. Food products. Information for the consumer. General requirements]. Moscow, Standartinform Publ., 2006, 41 p. (In Russian)
10. *Codex Alimentarius. Mezhdunarodnye standarty pishchevyh produktov* [Codex Alimentarius. International Food Standards]. (In Russian). Available at: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/home/ru/ (accessed 22.09.2023).

Сведения об авторах / Information about authors

Глебова Елена Велориевна	канд. техн. наук, доцент кафедры управления техническими системами Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет 690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б glebova.ev@dgtru.ru
Glebova Elena Velorievna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of Management Technical Systems Far Eastern State Technical Fisheries University 690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52B glebova.ev@dgtru.ru
Лаптева Евгения Петровна	канд. техн. наук, доцент кафедры управления техническими системами Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет 690087, Приморский край, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б lapteva.ep@dgtru.ru
Lapteva Evgenia Petrovna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of Management Technical Systems Far Eastern State Technical Fisheries University 690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52B glebova.ev@dgtru.ru

УДК 639.3 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.012**

Горбунов А.В., Кочетков Н.И., Никифоров-Никишин Д.Л., Никифоров-Никишин А.Л.

ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ УСТАНОВКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МУТНОСТЬ И ЦВЕТНОСТЬ ВОДНОЙ СРЕДЫ УЗВ

Аннотация. В данной работе исследовано влияние ультразвукового (УЗ) и ультрафиолетового (УФ) излучения в составе системы фильтрации установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) на показатели мутности и цветности водной среды. Большое количество взвешенных частиц и органических соединений способно ухудшать биоцидное действие УФ. Кавитация, индуцируемая УЗ, приводит к высвобождению большого количества энергии и различным сонохимическим и механическим процессам, способным к деструкции взвешенных частиц и окислению некоторых соединений. В результате исследования было установлено достоверное снижение цветности при режимах работы УЗ и УЗУФ на 26,7 и 27,4 % при длительности экспозиции 24 часа, соответственно. Данные режимы работы не оказали влияния на мутность воды, что, вероятно, было связано с изначально низким показателем мутности (1,16±0,15 ЕМФ). Полученные в исследовании результаты позволяют предположить, что использование проточной установки с комбинированным действием УФ и УЗ может способствовать улучшению ряда гидрохимических параметров воды для выращивания объектов аквакультуры.
Ключевые слова: ультразвук, гидрохимические показатели, установки замкнутого водоснабжения, ультрафиолет, очистка

Gorbunov A.V., Kochetkov N.I., Nikiforov-Nikishin D.L., Nikiforov-Nikishin A.L.

EFFECT OF ULTRASONIC AND ULTRAVIOLET RADIATION SYSTEM ON TURBIDITY AND CHROMATICITY ON RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS WATER ENVIRONMENT

Abstract. In this study, the effect of ultrasonic (US) and ultraviolet (UV) radiation as part of the recirculating aquaculture systems (RAS) on the turbidity and chromaticity of the water environment was investigated. A higher number of suspended particles and organic compounds can impair the biocidal effect of UV. Cavitation, induced by ultraviolet radiation, leads to the release of a large amount of energy and various sonochemical and mechanical processes capable of destroying suspended particles and oxidation of some compounds. As a result of the study, a reliable reduction of chromaticity was found at the modes of operation of ultrasonic and ultrasonic ultraviolet by 26.7 and 27.4% at the exposure duration of 24 hours, respectively. These modes of operation had no effect on water turbidity, which was probably due to the initially low turbidity index (1.16±0.15 EMF). The results obtained in the study suggest that the use of a flow-through unit with combined UV and US action can improve some hydrochemical parameters of water for aquaculture farming.
Keywords: ultrasound, hadrochemical parameters, closed water supply system, ultraviolet, purification

Введение. Удовлетворение спроса на рыбную продукцию за счет запасов мирового океана привело к значительному перелову рыбы [1, 2]. На данный момент сектор аквакультуры играет значительную роль в обеспечении продовольственной безопасности населения РФ [3]. Быстрое развитие аквакультурных предприятий привело к увеличению отходов выращивания, которые способны оказывать негативное влияние на окружающую среду путем эвтрофикации водоемов, прибрежных экосистем приводя к истощению запасов биологических ресурсов.

В условиях аквакультуры внутренних вод актуально использование установок замкнутого водоснабжения (УЗВ), которые представляют собой альтернативу другим подходам к выращиванию гидробионтов за счет использования технологических решений

водообработки и контроля параметров водной среды [4]. Эффективность применения УЗВ для культивации гидробионтов зависит от эксплуатационных затрат и качества готовой продукции. Наиболее важным параметром для УЗВ является поддержание качества водной среды, за счет контроля за водообменом и деструкцией механических, химических и биологических загрязнителей [5].

Классическая система фильтрации в УЗВ включает этапы: механической фильтрации (удаление крупных взвесей) и биологической (деградация продуктов азотистого обмена) фильтрации, а также дезинфекции с использованием ультрафиолетовой радиации (УФ) и/или озонирования [6]. Процессы деструкции крупных частиц и биодеградации продуктов азотистого обмена являются лимитирующими факторами для интенсификации выращивания в УЗВ [7].

В таких условиях активно ведутся исследования по использованию в аквакультуре специализированных методов очистки воды. Среди них стоит выделить: реакторы с совмещением УФ и озонирования [8], применение различных адсорбентов, а также продвинутые окислительные процессы [9, 10]. Низкая степень внедрения данных технологий в промышленную аквакультуру продиктована зависимостью их эффективности от конструкции установок, высокого потребления энергии, возможности образования побочных продуктов очистки [11, 12], а также количества и состава взвешенных в воде частиц. Крупные взвеси влияют не только на эффективность очистки, но и на работу УФ установок, так как колониальные и спорообразующие микроорганизмы способны прикрепляться к частицам, неподверженным биоцидному воздействию УФ [13].

Кавитационные ультразвуковые реакторы проточного типа могут выступать перспективным способом дезинфекции и очистки воды в аквакультуре [14]. Разрушение кавитационных полостей индуцирует ряд сонохимических и механических процессов, которые оказывают биоцидный эффект на бактерии [15] и ряд многоклеточных организмов [7]. Помимо этого, УЗ кавитация является безопасным и неселективным методом деструкции поллютантов, в том числе органических [16], а также способствует разрушению крупных частиц [17].

Целью исследования является оценка возможности применения ультразвукового и ультрафилетового излучения в холодноводных установках замкнутого водоснабжения по влиянию показатели мутности и цветности воды.

Материалы и методы исследования. Характеристика экспериментальной установки. Установка УФУЗ напорного типа выполнена предприятием-изготовителем ООО «Александра-плюс» (РФ, г. Вологда), с возможностью крепления на независимой стойке со шкафом управления (рис. 1). В исследовании применялась модель УОВ-ПВ-5 в исполнении ECO-1A105H40US, предназначенная для относительной эксплуатации при температуре окружающего воздуха от +4 °С до +40 °С и влажности воздуха не более 85 % при 25 ºС. УФУЗ, используемая в эксперименте, имела следующую комплектацию: универсальная монтажная стойка, камера обеззараживания (фотохимический реактор), ультразвуковой излучатель (кавитатор), патрубок для слива воды с краном, защитный кожух с окном для контроля свечения лампы, сменная УФ-лампа, кварцевый чехол, блок управления (рис. 1). Экспериментальная установка имеет следующие характеристики: эффективная доза 25 мДж/см2; мощность ультразвукового кавитатора УЗ 200 Вт; частота ультразвуковых колебаний 25 кГц; УФ лампа амальгамная безозонового исполнения мощностью 65 Вт. Установка располагалась после выхода из биофильтра.

Дизайн исследования. Экспериментальная установка входила в состав УЗВ объёмом 7000 л, с системами механической и биологической очистки и подменой 10 % воды, в которых содержались особи радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*, рис. 2), общей биомассой 30,5 кг, средняя масса рыб составляла 476,6±14,1 г.

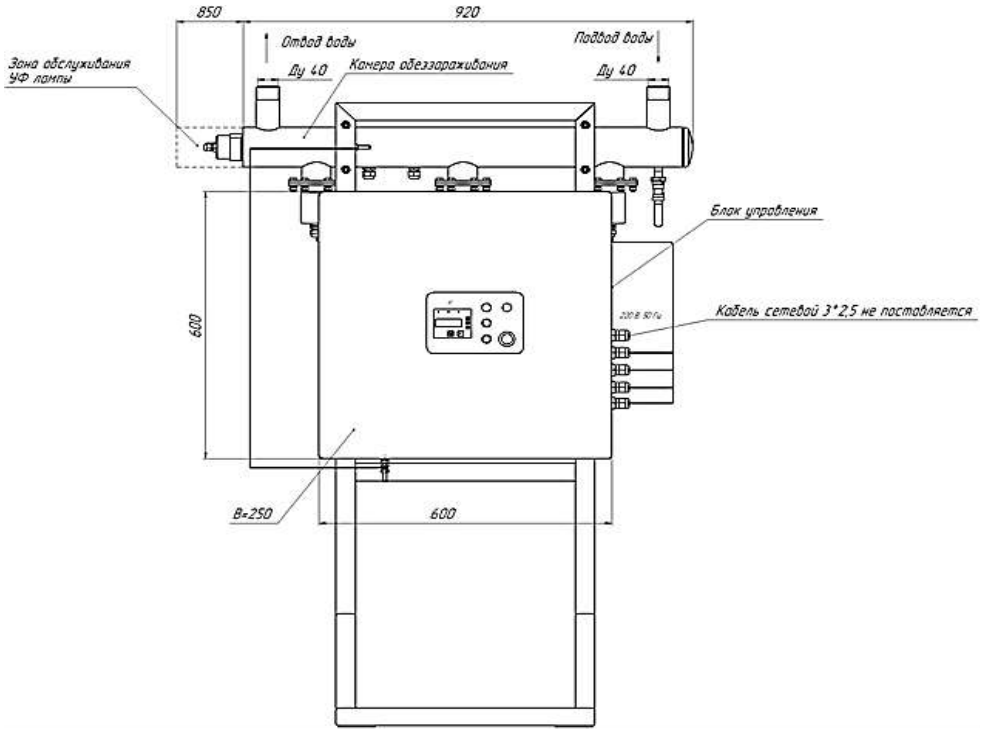


Рисунок 1 – Общий вид установки обеззараживания воды УФУЗ модели УОВ-ПВ-5

Во время эксперимента кормление рыбы осуществлялось продукционным гранулированным кормом 6 мм (AQUAREX, РФ, г. Тверь), в соответствии с рыбоводными нормативами (норма кормления 2,33%, суточная норма 700 г). Объём пропускаемой воды на период эксперимента, составлял 4 тыс. л/ч. Перед началом опыта проводилась адаптация объекта выращивания к условиям содержания. Температура воды в рыбоводных емкостях составила 16,36±0,71 °С, водородный показатель – pH 7,8±0,2. Содержание кислорода не опускалось ниже 8 мг/л (в среднем 8,4±0,4 мг/л). По ходу опыта проводился мониторинг гидрохимических параметров на их соответствие нормам для радужной форели. По ходу всего опыта содержание аммония (0,1±0,4 мг/л), нитратов (0,15±0,05 мг/л) и нитритов (12,75±3,5 мг/л) не поднималось выше нормативных значений.

Рисунок 2 – Установка замкнутого водоснабжения, в состав элементов фильтрации которой входила экспериментальная установка

Эксперимент включал следующие режимы работы системы очистки: без воздействия УЗ и УФ (Контроль); группа с использованием источника УФ излучения (УФ); группа, включающая совместное воздействие УФ и УЗ (УФУЗ). Определение показателей мутности и цветности производилось через определенные промежутки времени работы установки в определенном режиме: 1 час (Т1), 6 часов (Т6), 12 часов (Т12) и 24 часа (Т24). Продолжительность опыта для каждого режима работы составляла 3 суток, общая продолжительность 12 суток. Между испытанием различных режимов работы установки, двое суток отводилось для нормализации гидрохимических параметров воды. Длительность временных промежутков была выбрана исходя из литературных данных, в которых было показано, что даже краткосрочное использование УЗ приводит к изменению гидрохимических параметров среды [18, 19].

Измерение мутности и цветности. Отбор проб воды производился на выходе из экспериментальной установки УФУЗ, для чего в ее конструкции предусмотрен специальный клапан (рис. 1). Отбор проб производился в стеклянные колбы объемом 500 мл по 3 емкости для одной точки отбора, которые плотно закрывались резиновой пробкой согласно методам, описанным в технической документации (ПВД Ф 14.1:2:3:4.123-97, [20]). Определение мутности и цветности производилось непосредственно после отбора проб согласно государственным стандартам (ГОСТ Р 57164-2016 [21]; ГОСТ 31868-2012, [22]) с использованием фотометров «Эксперт-003» (ООО «Эконикс-Эксперт», г. Москва).

Статистическая обработка. Данные по сравнению концентрации растворенного кислорода представлены как среднее ± SD; статистическая значимость определялась с помощью теста Манна – Уитни (значение $p < 0,05$ принималось как статистически значимое). Статистические данные обрабатывались с помощью программы GraphPad Prism версии 8.0 (GraphPad. San Diego. CA. USA).

Результаты исследования и их обсуждение. Оценка показателей мутности и цветности по ходу эксперимента в экспериментальном бассейне показала наличие достоверных отличий при разных режимах работы установки.

Таблица 1 – Результаты измерений мутности и цветности воды УЗВ в опытных группах с различным режимом работы экспериментальной установки

Опытная группа	Мутность (ЕМФ)			
Время отбора проб	Т1	Т6	Т12	Т24
Контроль	0.87±0.21	1.16±0.15	1.16±0.15	1.06±0.15
УФ	0.86±0.15	1.11±0.02	1.06±0.05	1.04±0.12
УЗ	0.83±0.05	1.18±0.12	1.11±0.10	1.15±0.21
УФУЗ	0.80±0.09	1.06±0.20	1.13±0.20	1.10±0.17
	Цветность (градусы)			
Контроль	7.43±0.40	9.70±0.20	9.83±0.86[a]	10.70±0.51[a]
УФ	7.50±0.26	9.76±0.30	10.46±0.73[a]	9.66±0.47[ab]
УЗ	7.36±0.47	8.56±1.24	7.20±0.30[b]	7.66±0.37[b]
УФУЗ	7.70±0.30	8.26±0.20	7.13±0.20[b]	7.50±0.20[b]

Примечание – Надстрочные буквы (a, b) показывают статистическую значимость между различными экспериментальными группами.

Показатель мутности находился на одном уровне в течение всего эксперимента (рис. 3, а). При контрольном режиме работы его значение не превышало 1,16±0,15 ЕМФ (табл. 1). Максимальное отличие от контроля было установлено на 12 час в режиме УЗ и составило 7,8 %. Достоверных отличий между экспериментальными группами во всех временных точках отбора проб установлено не было (рис. 3, б). Повышение мутности на 6-й час после

начала эксперимента, вероятно, связано с кормлением рыбы, что привело к появлению в воде частиц взвешенного органического вещества.

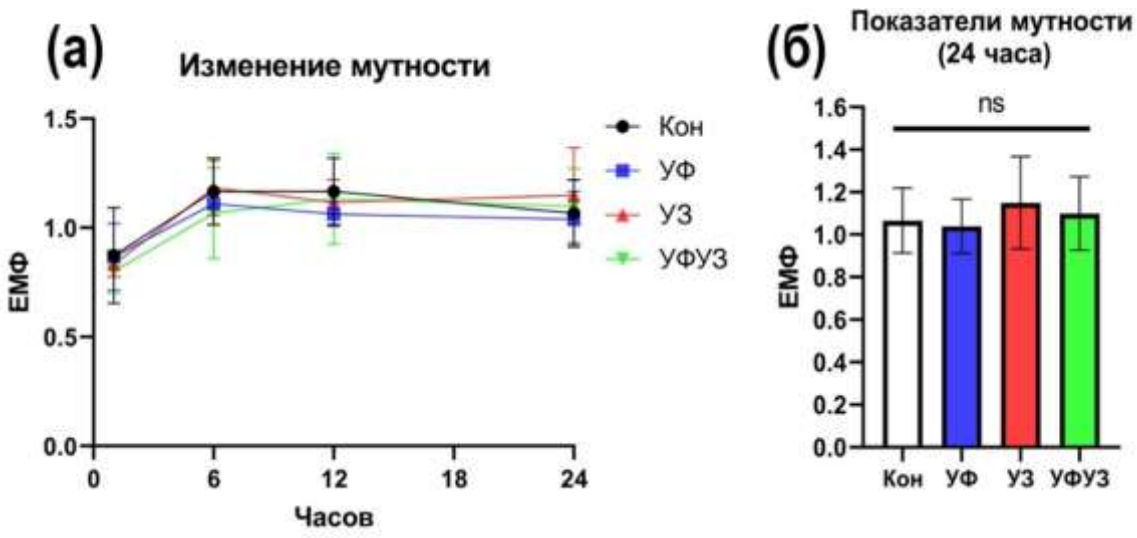


Рисунок 3 – Изменение показателя мутности (ЕМФ, единицы мутности по формазину) в опытных группах с различным режимом работы экспериментальной установки за 24 часа. Надстрочные буквы (a, b) показывают статистическую значимость между различными экспериментальными группами (ns – отсутствие достоверных отличий).

Динамика мутности, представленная на рисунке 4 (а), отличалась значительными вариациями между разными экспериментальными группами по ходу опыта. Так, на 6 часе наблюдалось недостоверное снижение цветности в группах УЗ и УЗУФ на 11,6 и 14,77 %, соответственно (рис. 4, б). В контрольном режиме работы и при включении УФ установки цветность на 6 час составляла 9,7±0,2 и 9,7±0,3 градуса. Достоверные различия удалось зафиксировать на 12 час опыта. Так, показатель мутности в контрольной группе и группе УФ значительно превосходил значение в группах УЗ и УЗУФ ($p < 0,05$; рис. 4, в). Разница между контрольным режимом работы и группами при использовании УЗ составила, соответственно, 26,7 и 27,4 %.

На последней временной точке отбора проб достоверные отличия от контрольного режима работы ($p < 0,05$; рис. 4, г) также были зафиксированы в группах с использованием ультразвука (УЗ, УЗУФ). При этом, значительных отличий от группы УФ установлено не было.

Полученная в ходе опыта динамика показателя цветности увеличивалась по ходу опыта в контрольной группе и при использовании ультрафиолетового источника излучения, что связано с кормлением рыб в экспериментальной установке УЗВ.

Повышение мутности в бассейнах выращивания связно с накоплением частиц корма, метаболитов рыб, попаданием посторонних частиц из водотока. Данные частицы значительно различаются по размеру и если крупная фракция успешно задерживается в процессе механической фильтрации, то частицы размером менее 10 мкм циркулируют в системе длительное время. Именно малые частицы приводят к снижению прозрачности воды, а также оказывают негативное влияние на культивируемых гидробионтов, повреждая их жаберный эпителий и являясь субстратом для образования агломератов, в состав которых могут входить болезнетворные микроорганизмы [23, 13]. Даже без дополнительных способов очистки, вода УЗВ может самоочищаться в процессе седиментации и водообмена.

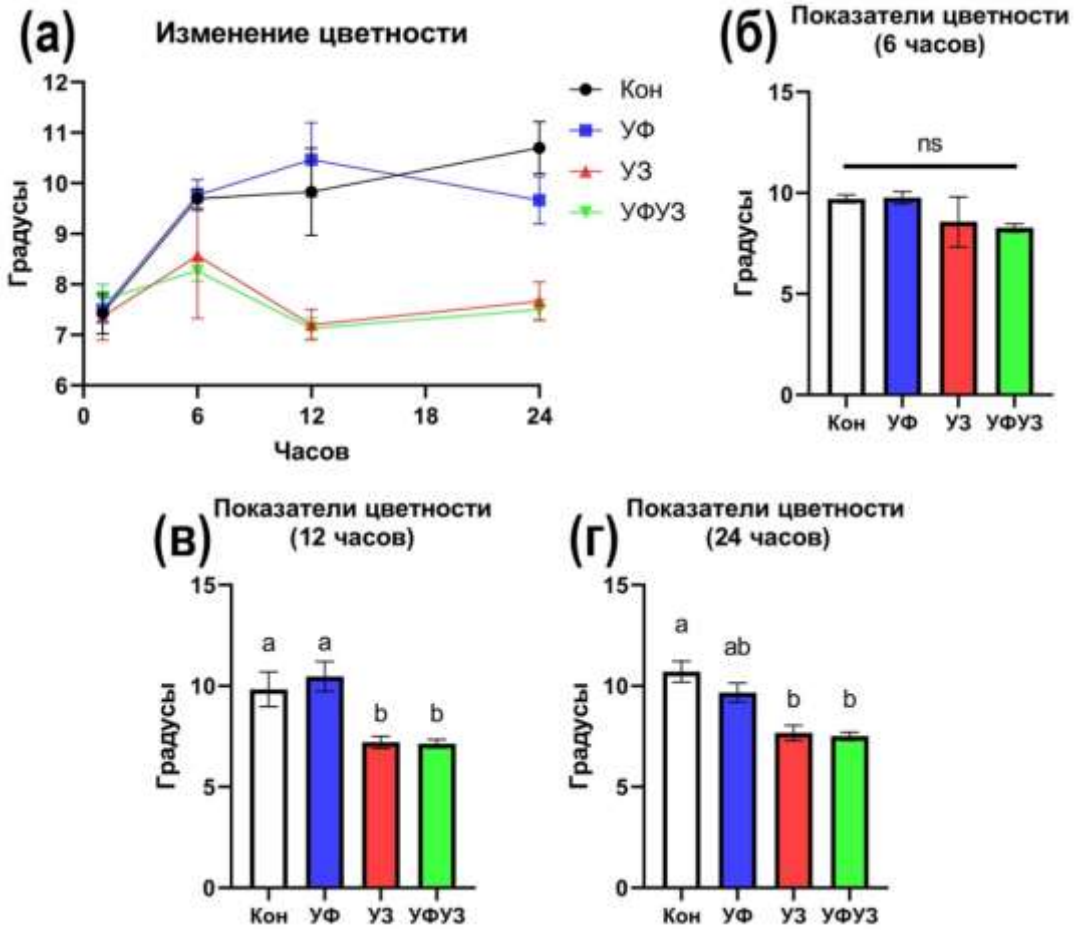


Рисунок 4 – Изменение показателя цветности (градусы цветности) в опытных группах с различным режимом работы экспериментальной установки за 24 часа. Надстрочные буквы (a, b) показывают статистическую значимость между различными экспериментальными группами (ns – отсутствие достоверных отличий).

В данной работе ни один из режимов работы экспериментальной установки не приводил к достоверному изменению параметров мутности. Одной из причин сохранения показателей мутности на одинаковом уровне была эффективность механической фильтрации системы УЗВ. Классически для очистки воды от взвешенных частиц используют микрофильтрацию, ультрафильтрацию и коагуляцию [15]. В работе Mutiarani и др. [19] было показано, что максимальное снижение мутности наблюдается при частоте УЗ 28 кГц за час экспозиции. Вероятно, что первоначальная низкая мутность воды рыбоводных бассейнов препятствовала более эффективному осаждению механических взвесей. Используемая в данном исследовании частота ультразвукового излучателя (24 кГц), может привести к снижению мутности при культивации тепловодных видов рыб с большой плотностью посадки и количеством взвешенного органического вещества.

Цветность воды определяется наличием коллоидных растворов органических соединений, солей гуминовых и фульвокислот, соединений железа, а также различных неорганических веществ. На такие составляющие водной среды УЗ и УФ излучение может оказывать непосредственное воздействие. УФ, обладая мощным фотохимическим действием, вызывает деструкцию многих сложных и простых органических комплексов, что благоприятно влияет на цветность воды [24]. Полученные в исследовании данные показывают, что применение только УФ излучения недостаточно для достоверного снижения показателя цветности относительно контроля. При этом, одиночное действие УЗ приводит к достоверному снижению цветности.

УЗ кавитация представляет собой процесс разрушения полостей и образование большого количества энергии, выражаемой в импульсном давлении, достигающем 500-10000 атм и температуры 3000-5000 К [25, 26]. Сонохимические процессы (образование активных

радикалов, низкотемпературный пиролиз и пиролитический распад), происходящие в результате имплозии кавитационных полостей, оказывают влияние на процессы окисления органических соединений. Так, например гуминовые кислоты могут подвергаться химической деградации (сонолизису) в полостях путем окисления или в результате механической агрегации фрагментов [27].

Эффект от применения УФ и УЗ излучения на показатель цветности не отличался от режима работы с использованием только УФ. Многими исследователями было показано, что комбинированное применение УЗ с другими техниками очистки более эффективно в сравнении с использованием одного метода [28]. Такой подход наиболее применим при дезинфекции воды, когда УЗ излучение участвует в деструкции крупных органических частиц и многоклеточных, а УФ – в уничтожении микроорганизмов. Таким образом, несмотря на то, что снижение цветности в группах УЗ и УЗУФ было одинаковым, рационально предположить, что их совместное использование является более эффективным в условиях аквакультуры.

Для полноценного внедрения исследованной установки в практику аквакультуры необходимо проведение дополнительных исследований, сосредоточенных на оценке ее влияния на другие гидрохимические параметры [29], состояние биофильтров и влияния на объекты выращивания. Помимо этого, необходимо более подробное изучение эффективности отдельных режимов работы, их длительности, а также конструкции отдельных элементов установки [30, 31].

Выводы. В результате использования экспериментальной установки, включающей УЗ и УФ излучатели удалось установить достоверное изменение параметров цветности водной среды установок замкнутого водоснабжения. Максимальное снижение цветности было зафиксировано в группах с применением УЗ и совместном применении УЗ и УФ излучения. Разница между контрольным режимом работы и группами при использовании УЗ составила, соответственно 26,7 и 27,4 % при длительности экспозиции 24 часа. Отсутствие действия установки на показатель мутности, вероятно, обусловлено эффективной работой систем фильтрации и низкой биологической нагрузкой. Следует отметить, что улучшение показателей мутности и цветности воды не является основной задачей при применении источников УФ и УЗ излучения. Их изменение является следствием снижения микробиологической нагрузки, уменьшением количества растворенного вещества и другими гидрохимическими процессами. Именно комплексный эффект от воздействия экспериментальной установки позволяет предположить ее применение в УЗВ для холодноводных видов рыб.

Благодарности. *Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение о предоставлении из федерального бюджета субсидии на развитие кооперации российской образовательной организации высшего образования и организации реального сектора экономики в целях реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства № 075-11-2022-004 от 6 апреля 2022 г.).*

Список использованной литературы:

1. *Колончин К. В.* Освоение доступной сырьевой базы рыбного промысла и задачи будущего развития. Часть I // Пищевая промышленность. 2020. №. 1. С. 34-40.
2. *Pauly D., Palomares M. L.* Fishing down marine food web: it is far more pervasive than we thought // Bulletin of marine science. 2005. Vol. 76. № 2. P. 197-212.
3. *Гончаров Ю. В., Безбородов А. С.* Местный морской рыбный промысел как элемент продовольственной безопасности Ненецкого автономного округа // Глобальные проблемы Арктики и Антарктики. 2020. С. 1060-1064.
4. *Bregnballe J.* A guide to recirculation aquaculture: an introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems // Food & Agriculture Org. 2022.
5. *Hirayama K., Mizuma H., Mizue Y.* The accumulation of dissolved organic substances in closed recirculation culture systems // Aquacultural engineering. 1988. Vol. 7. № 2. С. 73-87.

6. *Комлацкий В.И., Комлацкий Г.В., Величко В.А.* Рыбоводство: учебник для вузов. СПб.: Лань, 2021. 200 с.
7. *Климов В. А., Никифоров-Никишин А. Л., Кочетков Н., Горбунов А. В.* Изменение состава перифитона элементов фильтрации установок замкнутого водоснабжения при совместном воздействии уф-излучения и ультразвука // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 4. С. 113-122.
8. *Губейдуллин Х. Х., Шигапов И. И. и др.* Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах // Аграрная наука. 2012. №. 11. С. 31-31.
9. *Tan W. K., Cheah S. C. et al.* Fish Pond water treatment using ultrasonic cavitation and advanced oxidation processes // Chemosphere. 2021. Vol. 274. P. 129702.
10. *Pushpalatha M., Krishna B. M.* Electro-Fenton Process for Wastewater Treatment – A Review // International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology. 2017. Vol. 3. № 1. P. 439-451.
11. *Powell A., Scolding J. W. S.* Direct application of ozone in aquaculture systems // Reviews in Aquaculture. 2018. Vol. 10. № 2. P. 424-438.
12. *Della Rocca C., Belgiorno V., Meriç S.* Cotton-supported heterotrophic denitrification of nitrate-rich drinking water with a sand filtration post-treatment // Water Sa. 2005. Vol. 31. № 2. P. 229-236.
13. *Hess-Erga O. K., Attramadal K. J. K., Vadstein O.* Biotic and abiotic particles protect marine heterotrophic bacteria during UV and ozone disinfection // Aquatic Biology. 2008. Vol. 4. № 2. P. 147-154.
14. *Nam-Koong, H., Schroeder J. P., Petrick G., Schulz C.* Preliminary test of ultrasonically disinfection efficacy towards selected aquaculture pathogens // Aquaculture. 2020. Vol. 515. P. 734592.
15. *Doosti M. R., Kargar R., Sayadi M. H.* Water treatment using ultrasonic assistance: A review // Proceedings of the international academy of ecology and environmental sciences. 2012. Vol. 2. № 2. P. 96.
16. *Amabilis-Sosa L. E., Vázquez-López M., Rojas J. L. G., Roé-Sosa A., Moeller-Chávez G. E.* Efficient bacteria inactivation by ultrasound in municipal wastewater // Environments. 2018. Vol. 5. № 4. P. 47.
17. *Kotyusov A. N., Nemtsov B. E.* Induced coagulation of small particles under the action of sound // Acta Acustica united with Acustica. 1996. Vol. 82. № 3. С. 459-463.
18. *Wang, S., Wu X., Wang Y., Li, Q., Tao M.* Removal of organic matter and ammonia nitrogen from landfill leachate by ultrasound // Ultrasonics sonochemistry. 2008. Vol. 15. № 6. P. 933-937.
19. *Mutiarani I. M., Trisnobudi A.* Ultrasonic irradiation in decreasing water turbidity. 2009.
20. ПНД Ф14.1:2:3:4.123-97. Методика выполнения измерений биохимического потребления кислорода после n-дней инкубации (БПКполн) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200100178 (дата обращения: 18.10.2023).
21. ГОСТ 31868-2012. Вода. Методы определения цветности. М.: Стандартинформ, 2019. 8 с.
22. ГОСТ Р 57164-2016. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности. М.: Стандартинформ, 2019. 17 с.
23. *Nikiforov-Nikishin D. L., Nikiforov-Nikishin A. L., Bugaev O. G., Kochetkov N. I.* Temperature differentiation of aquatic microflora of a closed water supply system by the example of incubation of microbiological crops at 21 and 37 C // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. Vol. 723. № 4. P. 042049.
24. *Goldstein S., Rabani J.* Mechanism of nitrite formation by nitrate photolysis in aqueous solutions: the role of peroxynitrite, nitrogen dioxide, and hydroxyl radical // Journal of the American Chemical Society. 2007. Vol. 129. № 34. P. 10597-10601.
25. *Patil M. N., Pandit A. B.* Cavitation–a novel technique for making stable nano-suspensions // Ultrasonics Sonochemistry. 2007. Vol. 14. № 5. P. 519-530.
26. *Gogate P. R., Kabadi A. M.* A review of applications of cavitation in biochemical engineering/biotechnology // Biochemical Engineering Journal. 2009. Vol. 44. № 1. P. 60-72.

27. *Naddeo V., Belgiorno V., Napoli R. M. A.* Behaviour of natural organic mater during ultrasonic irradiation // Desalination. 2007. Vol. 210. № 1-3. P. 175-182.
28. *Lakeh A. A. B., Kloas W., Jung R., Knopf K.* Low frequency ultrasound and UV-C for elimination of pathogens in recirculating aquaculture systems // Ultrasonics sonochemistry. 2013. Vol. 20. № 5. P. 1211-1216.
29. *Nam-Koong, H., Schroeder J. P., Petrick G., Schulz C.* Removal of the off-flavor compounds geosmin and 2-methylisoborneol from recirculating aquaculture system water by ultrasonically induced cavitation // Aquacultural Engineering. 2016. Vol. 70. P. 73-80.
30. *Gogate P. R., Tatake P. A., Kanthale P. M., Pandit A. B.* Mapping of sonochemical reactors: review, analysis, and experimental verification // AIChE Journal. 2002. Vol. 48. № 7. P. 1542-1560.
31. *Климова А. М.* Гидрохимический режим в установках замкнутого водоснабжения // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии. 2020. С. 52-60.

References:

1. Kolonchin K. B. Osvoenie dostupnoj syr'evoj bazy rybnogo promysla i zadachi budushchego razvitiya [Developing an accessible raw material base for fisheries and challenges for future development]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2020, no. 1, p. 34-40. (In Russian).
2. Pauly D., Palomares M. L. Fishing down marine food web: it is far more pervasive than we thought. *Bulletin of marine science,* 2005, vol. 76, no. 2, pp. 197-212. (In English).
3. Goncharov Yu. V. V., Bezborodov A. S. Mestnyy morskoy rybnyy promysel kak element prodovol'stvennoy bezopasnosti Nenetskogo avtonomnogo okruga [Local marine fisheries as an element of food security of the Nenets Autonomous Okrug]. *Global'nye problemy Arktiki i Antarktiki* [Global Problems of the Arctic and Antarctic]. 2020, pp. 1060-1064. (In Russian).
4. Bregnballe J. A guide to recirculation aquaculture: an introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. *Food & Agriculture Org.*, 2022. (In English).
5. Hirayama K., Mizuma H., Mizue Y. The accumulation of dissolved organic substances in closed recirculation culture systems. *Aquacultural engineering*, 1988, vol. 7, no. 2, pp. 73-87. (In English).
6. Komlatsky V.I., Komlatsky G.V., Velichko V.A. *Rybovodstvo* [Fish Farming]. St. Petersburg, Lan Publ., 2021, 200 p. (In Russian).
7. Klimov V. A., Nikiforov-Nikishin A. L., Kochetkov N., Gorbunov A. V. Izmenenie sostava perifitona elementov fil'tracii ustanovok zamknutogo vodosnabzheniya pri sovmestnom vozdejstvii uf-izlucheniya i ul'trazvuka [Changes in periphyton composition of filtration elements of closed water supply systems under the combined effect of UV radiation and ultrasound]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe hozyajstvo* [Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series: Fishery], 2022, no. 4, pp. 113-122. (In Russian).
8. Gubeidullin H. H., Shigapov I. I. et al. Ochistka stochnyh vod ul'trafioletom i ul'trazvukom v zhivotnovodcheskih kompleksah [Wastewater treatment by ultraviolet and ultrasound in livestock complexes]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science]. 2012, no. 11, pp. 31-31. (In Russian).
9. Tan W. K., Cheah S. C. et al. Fish Pond water treatment using ultrasonic cavitation and advanced oxidation processes. *Chemosphere,* 2021, no. 274, p. 129702. (In English).
10. Pushpalatha M., Krishna B. M. Electro-Fenton Process for Wastewater Treatment – A Review. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 2017, vol. 3, no. 1, pp. 439-451. (In English).
11. Powell A., Scolding J. W. S. Direct application of ozone in aquaculture systems. *Reviews in Aquaculture*, 2018, vol. 10, no. 2, pp. 424-438. (In English).
12. Della Rocca C., Belgiorno V., Meriç S. Cotton-supported heterotrophic denitrification of nitrate-rich drinking water with a sand filtration post-treatment. *Water Sa*, 2005, vol. 31, no. 2, pp. 229-236. (In English).

13. Hess-Erga O. K., Attramadal K. J. K., Vadstein O. Biotic and abiotic particles protect marine heterotrophic bacteria during UV and ozone disinfection. *Aquatic Biology*, 2008, vol. 4, no. 2, pp. 147-154. (In English).
14. Nam-Koong H., Schroeder J. P., Petrick G., Schulz C. Preliminary test of ultrasonically disinfection efficacy towards selected aquaculture pathogens. *Aquaculture*, 2020, vol. 515, pp. 734592. (In English).
15. Doosti M. R., Kargar R., Sayadi M. H. Water treatment using ultrasonic assistance: A review. *Proceedings of the international academy of ecology and environmental sciences*, 2012, vol. 2, no. 2, pp. 96. (In English).
16. Amabilis-Sosa L. E., Vázquez-López M., Rojas J. L. G., Roé-Sosa A., Moeller-Chávez G. E. Efficient bacteria inactivation by ultrasound in municipal wastewater. *Environments*, 2018, vol. 5, no. 4, pp. 47. (In English).
17. Kotyusov A. N., Nemtsov B. E. Induced coagulation of small particles under the action of sound. *Acta Acustica united with Acustica*, 1996, vol. 82, no. 3, pp. 459-463. (In English).
18. Wang S., Wu X., Wang Y. Li. Q., Tao M. Removal of organic matter and ammonia nitrogen from landfill leachate by ultrasound. *Ultrasonics sonochemistry*, 2008, vol. 15, no. 6, pp. 933-937. (In English).
19. Mutiarani I. M., Trisnobudi A. *Ultrasonic irradiation in decreasing water turbidity*. 2009. (In English).
20. PND F14.1:2:3:4.123-97. *Metodika vypolneniya izmereniy biokhimicheskogo potrebleniya kisloroda posle n - dney inkubatsii (BPKpoln) v poverkhnostnykh presnykh, podzemnykh (gruntovykh), pit'yevykh, stochnykh i ochishchennykh stochnykh vodakh* [PND F14.1:2:3:4.123-97. Methodology for performing measurements of biochemical oxygen demand after n - days of incubation (BODpoln) in surface fresh, underground (ground), drinking, sewage and treated wastewater]. (In Russian). Available at: http://docs.cntd.ru/document/1200100178 (accessed 18.10.2023).
21. GOST 31868-2012. *Voda. Metody opredeleniya tsvetnosti* [State Standard 31868-2012. Water. Methods of determination of color]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 8 p. (In Russian).
22. GOST P 57164-2016. *Voda pit'yevaya. Metody opredeleniya zapakha, vkusa i mutnosti* [State Standard State Standard. Drinking water. Methods for determination of odor, taste and turbidity]. Moscow, Standardinform Publ., 2019. 17 p. (In Russian).
23. Nikiforov-Nikishin D. L., Nikiforov-Nikishin A. L., Bugaev O. G., Kochetkov N. I. Temperature differentiation of aquatic microflora of a closed water supply system by the example of incubation of microbiological crops at 21 and 37 C. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing*, 2021, vol. 723, no. 4, pp. 042049. (In English).
24. Goldstein S., Rabani J. Mechanism of nitrite formation by nitrate photolysis in aqueous solutions: the role of peroxynitrite, nitrogen dioxide, and hydroxyl radical. *Journal of the American Chemical Society*, 2007, vol. 129, no. 34, pp. 10597-10601. (In English).
25. Patil M. N., Pandit A. B. Cavitation–a novel technique for making stable nano-suspensions. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2007, vol. 14, no. 5, pp. 519-530. (In English).
26. Gogate P. R., Kabadi A. M. A review of applications of cavitation in biochemical engineering/biotechnology. *Biochemical Engineering Journal*, 2009, vol. 44, no. 1, pp. 60-72. (In English).
27. Naddeo V., Belgiorno V., Napoli R. M. A. Behaviour of natural organic mater during ultrasonic irradiation. *Desalination*, 2007, vol. 210, no. 1-3, pp. 175-182. (In English).
28. Lakeh A. A. B., Kloas W., Jung R., Knopf K. Low frequency ultrasound and UV-C for elimination of pathogens in recirculating aquaculture systems. *Ultrasonics sonochemistry*, 2013, vol. 20, no. 5, pp. 1211-1216. (In English).
29. Nam-Koong H., Schroeder J. P., Petrick G., Schulz C. Removal of the off-flavor compounds geosmin and 2-methylisoborneol from recirculating aquaculture system water by ultrasonically induced cavitation.*Aquacultural Engineering*, 2016, vol. 70, pp. 73-80. (In English).
30. Gogate P. R., Tatake P. A., Kanthale P. M., Pandit A. B. Mapping of sonochemical reactors: review, analysis, and experimental verification. *AIChE Journal*, 2002, vol. 48, no. 7, pp. 1542-1560. (In English).

31. Klimova A. M. Gidrohimicheskij rezhim v ustanovkah zamknutogo vodosnabzheniya [Hydrochemical regime in closed water supply installations]. *Problemy biologii, zootekhnii i biotekhnologii* [Problems of Biology, Zootechnics and Biotechnology], 2020, pp. 52-60. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Горбунов Александр Вячеславович	ведущий научный сотрудник Факультета биотехнологий и рыбного хозяйства МГУТУ им. Разумовского (ПКУ) 109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73 akvabiotex@rambler.ru
Gorbunov Alexander Vyacheslavovich	Leading Researcher, Faculty of Biotechnology and Fisheries Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (FCU) 109004, Moscow, Zemlyanoy Val str., 73 akvabiotex@rambler.ru
Кочетков Никита Ильич	младший научный сотрудник центра Аквакультуры Факультета биотехнологий и рыбного хозяйства МГУТУ им. Разумовского (ПКУ) 109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73 samatrixs@gmail.com
Kochetkov Nikita Ilyich	Junior Research, Aquaculture Center, Faculty of Biotechnology and Fisheries Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (FCU) 109004, Moscow, Zemlyanoy Val str., 73 samatrixs@gmail.com
Никифоров-Никишин Дмитрий Львович	канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник центра Аквакультуры Факультета биотехнологий и рыбного хозяйства МГУТУ им. Разумовского (ПКУ) 109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73 niknikdl@rambler.ru
Nikiforov-Nikishin Dmitry Lvovich	Ph.D. (Biol.), Leading Researcher, Aquaculture Center, Faculty of Biotechnology and Fisheries Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (FCU) 109004, Moscow, Zemlyanoy Val str., 73 niknikdl@rambler.ru
Никифоров-Никишин Алексей Львович	д-р биол. наук, профессор, декан Факультета биотехнологий и рыбного хозяйства МГУТУ им. Разумовского (ПКУ) 109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73 9150699@mail.ru
Nikiforov-Nikishin Alexey Lvovich	Dr. Sci (Biol.), Professor, Dean of the Faculty of Biotechnology and Fisheries Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (FCU) 109004, Moscow, Zemlyanoy Val str., 73 9150699@mail.ru

УДК 621.577:664 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.013**

Кириченко О.Е., Громов С.В., Кириченко В.А., Катанаева Ю.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСА ДЛЯ ПАСТЕРИЗАЦИИ ЯБЛОЧНОГО СОКА

Аннотация. В статье представлена новая конструкция пастеризационно-охладительной установки производительностью 150 кг/ч с использованием воздушного теплового насоса. Преимуществом предлагаемой конструкции является возможность использования низкопотенциальной теплоты окружающего воздуха. Использование воздуха в качестве теплоносителя при осуществлении процессов пастеризации и охлаждения позволяет отказаться от использования в качестве основного теплоносителя воду, тем самым повысить энергоэффективность этих процессов. Применение воздушного теплового насоса новой конструкции также позволит охлаждать яблочный сок без использования парокомпрессионных холодильных установок. Приведены основные параметры работы воздушного теплового насоса, описан и рассчитан цикл его работы. Установлено, что мощность, необходимая для привода воздушного теплового насоса составляет разность мощностей, затраченной на сжатие и перемещение сжатого воздуха в теплообменник и мощности адиабатного расширения воздуха.
Ключевые слова: пастеризация, яблочный сок, воздушный тепловой насос, цикл работы, ход поршней.

Kirichenko O.E., Gromov S.V., Kirichenko V.A., Katanaeva Yu.A.

USING AN AIR HEAT PUMP TO PASTEURIZE APPLE JUICE

Annotation. The article presents a new design of a pasteurization and cooling plant with a capacity of 150 kg/h using an air heat pump. The advantage of the proposed design is the possibility of using low-potential ambient heat. The use of air as a coolant in the implementation of pasteurization and cooling processes makes it possible to abandon the use of water as the main coolant, thereby increasing the energy efficiency of these processes. The use of an air heat pump of a new design will also allow apple juice to be cooled without the use of steam compression refrigerating units. The main parameters of the air heat pump operation are given, its operation cycle is described and calculated. It is established that the power required to drive an air heat pump is the difference between the power spent on compression and movement of compressed air into the heat exchanger and the power of adiabatic expansion of air.
Keywords: pasteurization, apple juice, air heat pump, operation cycle, piston stroke.

Введение. Энергосбережение и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов – одна из актуальных проблем современности. Одним из решений данной проблемы является применение тепловых насосов, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии [1, 2]. Однако, в большинстве конструкций тепловых насосов используются теплота испарения и конденсации различных дорогостоящих хладагентов, частые утечки которых негативно сказываются на состоянии окружающей среды [3].

Тепловые насосы получили наибольшее применение в системах отопления, в системах круглогодичного кондиционирования воздуха, применяют их для различных технологических нужд, для опреснения и выпаривания водных растворов, для нагрева воздуха в холодное время года и охлаждения его в летний период в жилых домах и промышленных помещениях, в системах тепло- и хладоснабжения фабрик и заводов [4, 5]. В последнее время их начали использовать для термообработки различных пищевых

продуктов, в частности для пастеризации жидких пищевых продуктов (молока, сока, вина, пива и др.) [6].

Однако, внедрение тепловых насосов в технологию переработки пищевого сырья происходит в недостаточной степени. Особенно это касается малых сельхозпредприятий. Возможность переработки пищевого сырья непосредственно в малых сельских хозяйствах дает неоспоримые преимущества в рамках повышения качества и безопасности готовой продукции, которое может быть достигнуто путем продления сроков хранения. В частности, для продления срока реализации жидких пищевых продуктов на малых предприятиях имеется возможность применять пастеризацию.

Для осуществления процесса пастеризации в крупных пищевых и перерабатывающих предприятиях используются пастеризационные установки, основным теплоносителем в которых является вода, нагретая до высоких температур в котельных или с помощью стационарных водонагревателей различных типов. Вследствие этого возникают существенные энергозатраты на единицу продукции [7, 8]. Кроме того, для охлаждения пастеризованной продукции используются в основном парокомпрессионные холодильные установки с высокой производительностью [9]. Из-за чего применение таких пастеризационных установок для малых пищевых предприятий, малых сельских и фермерских хозяйств становится нерентабельным. Поэтому для экономичности работы малых сельхозпредприятий появляется потребность в создании малогабаритных установок для пастеризации с малой производительностью и энергоемкостью.

Для удовлетворения возникшей потребности в таких установках была разработана новая конструкция пастеризационно-охладительной установки для малых предприятий производительностью 150 кг/ч с использованием воздушного теплового насоса.

Целью исследования является определение параметров работы воздушного теплового насоса в процессах пастеризации и охлаждения пищевых жидкостей.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на основе применения аналитических методов, обработки и анализа полученных данных.

Температура воздуха при адиабатическом процессе и при адиабатическом процессе расширения связана с давлением следующим образом:

$$t_1 = (t_0 + 273)\left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 273, \quad °C \qquad (1)$$

где t_0 - температура на входе в воздушный тепловой насос, °C;

t_1 - температура на выходе из воздушного теплового насоса, °C;

p_0 - давление на входе в воздушный тепловой насос, Па;

p_1 - давление на выходе из воздушного теплового насоса, Па;

γ - показатель адиабаты для воздуха (γ =1,4).

Расчет по формуле (1) показывает, что при повышении давления от 0,1 МПа до 3 МПа температура воздуха на выходе из воздушного теплового насоса увеличивается от 25 °C до 120 °C. При понижении давления от 0,1 МПа до 0,06 МПа температура воздуха на выходе из воздушного теплового насоса понижается от 25°C до -40°C.

При расчете теплообменников использовалась стандартная методика расчета теплообменных аппаратов [10], при заданных исходных данных:

- начальная температура яблочного сока: 25 ^{o}C;
- температура пастеризации яблочного сока: 85 ^{o}C;
- конечная температура яблочного сока: 4 ^{o}C;
- начальная температура горячего воздуха: 120 ^{o}C;
- начальная температура охлаждающего воздуха: -40 ^{o}C.

В результате расчета теплообменных аппаратов было определено:

- температура сырого яблочного сока на выходе из спирального рекуператора: 45 ^{o}C;

- температура пастеризованного яблочного сока на выходе из спирального рекуператора: 35 °С;
- температура охлаждающего воздуха на выходе из спирального охладителя: 25 °С;
- температура горячего воздуха на выходе из кожухотрубного пастеризатора: 25 °С.

Результаты исследования и их обсуждение. Предлагаемая конструкция пастеризационно-охладительной установки состоит из воздушного теплового насоса и трехсекционного пастеризатора-охладителя. В качестве сырья для пастеризации был выбран яблочный сок.

Принцип работы установки проиллюстрирован рисунком 1. Жидкостным насосом яблочный сок закачивается в первый спиральный теплообменник (рекуператор), где обменивается теплотой с горячим пастеризованным ялочным соком, из-за чего температура сырого сока повышается до 45 °С, после этого сырой яблочный сок поступает кожухотрубный теплообменник (пастеризатор). Из кожухотрубного пастеризатора яблочный сок поступает в спиральный рекуператор, в котором происходит теплообмен со встречным потоком сырого яблочного сока, и температура горячего пастеризованного яблочного сока снижается до температуры 35 °С. Из рекуператора охлажденный до 35 °С пастеризованный яблочный сок продукт направляется во второй спиральный теплообменник (охладитель), где происходит его доохлаждение до температуры 4 °С встречным потоком холодного воздуха. Холодный пастеризованный яблочный сок из охладителя поступает в приемную емкость и направляется на упаковку.

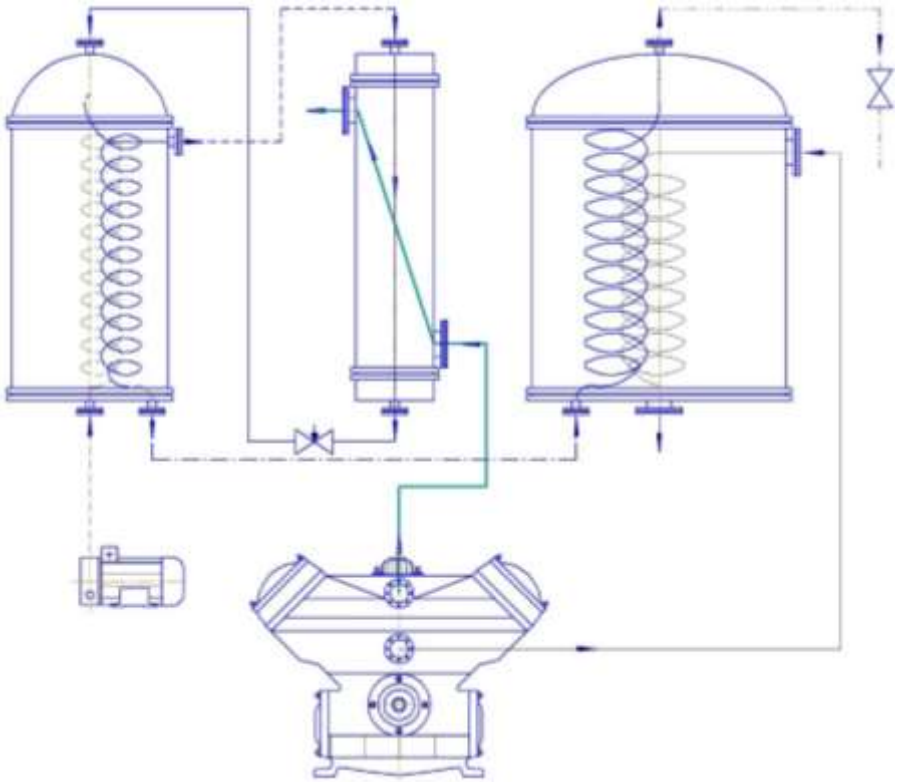
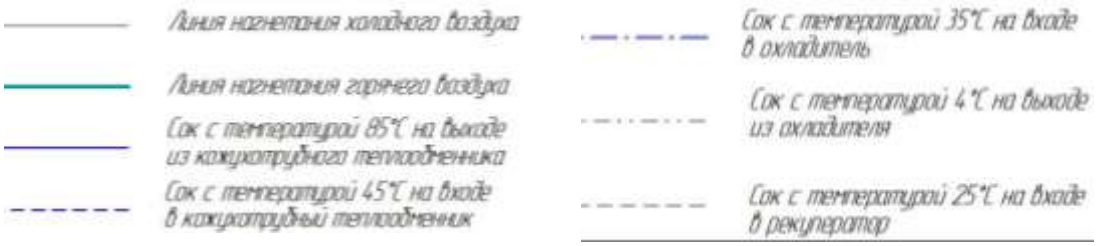


Рисунок 1 – Принципиальная схема установки:



Воздушный тепловой насос новой конструкции показан на рисунке 2. Он состоит из корпуса, коленчатого вала, шатунов, поршней, распределительного вала, тяг, коромысел, четырех цилиндров. Новая конструкция воздушного теплового насоса характеризуется тем, что в верхней части каждого цилиндра находится по три клапана. Воздушный тепловой насос приводится в действие электродвигателем мощностью 4 кВт. Частота вращения вала двигателя – 720 об/мин.

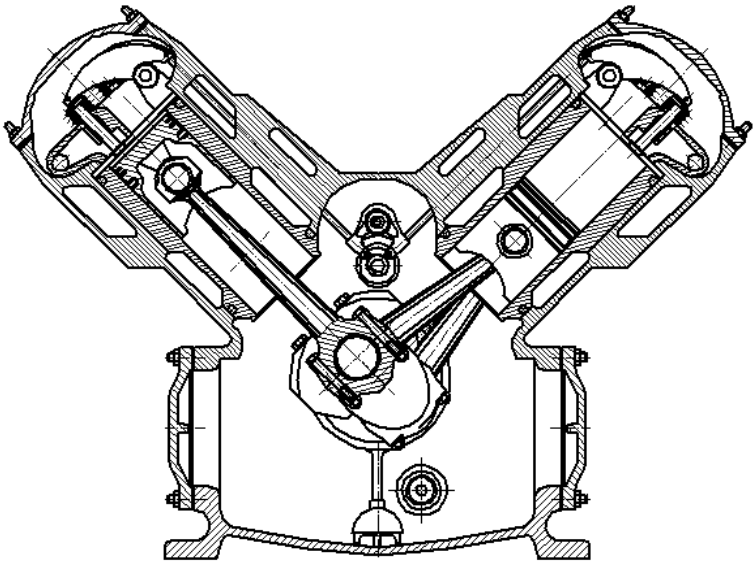


Рисунок 2 – Воздушный тепловой насос в разрезе

Принцип работы воздушного теплового насоса показан на рисунке 3. Насос работает в четыре такта. При нахождении поршня вниз через открытый клапан поступает атмосферный воздух (такт А). При движении поршня вверх атмосферный воздух сжимается до давления 3 МПа (такт Б). В результате сжатия воздуха его температура повышается до 120 °С. Нагретый таким образом воздух поступает в пастеризатор, в котором обменивается теплотой со встречным потоком яблочного сока, и доводит его до температуры 85 °С.

При движении поршня вниз температура воздуха в цилиндре понижается до температуры -40 °С (такт В). При движении поршня вверх открывается клапан и охлажденный воздух через открытый клапан (такт Г) нагнетается в охладитель, в котором обменивается теплотой со встречным потоком яблочного сока, вследствие чего температура яблочного сока понижается до 4 °С. После этого цикл повторяется.

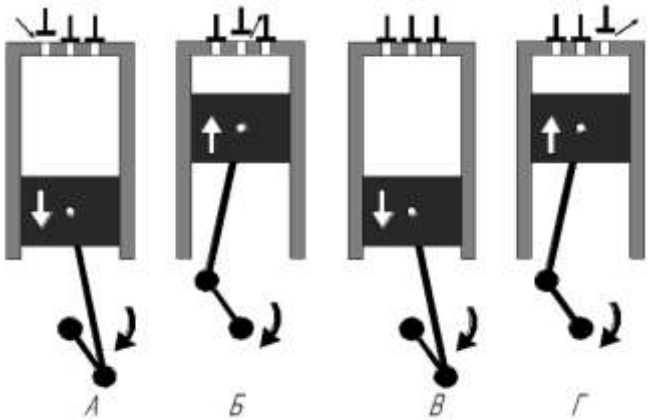


Рисунок 3 – Ход поршней воздушного теплового насоса:
А – впуск атмосферного воздуха; *Б* – сжатие и выпуск горячего воздуха;
В – разрежение воздуха; *Г* – выход холодного воздуха.

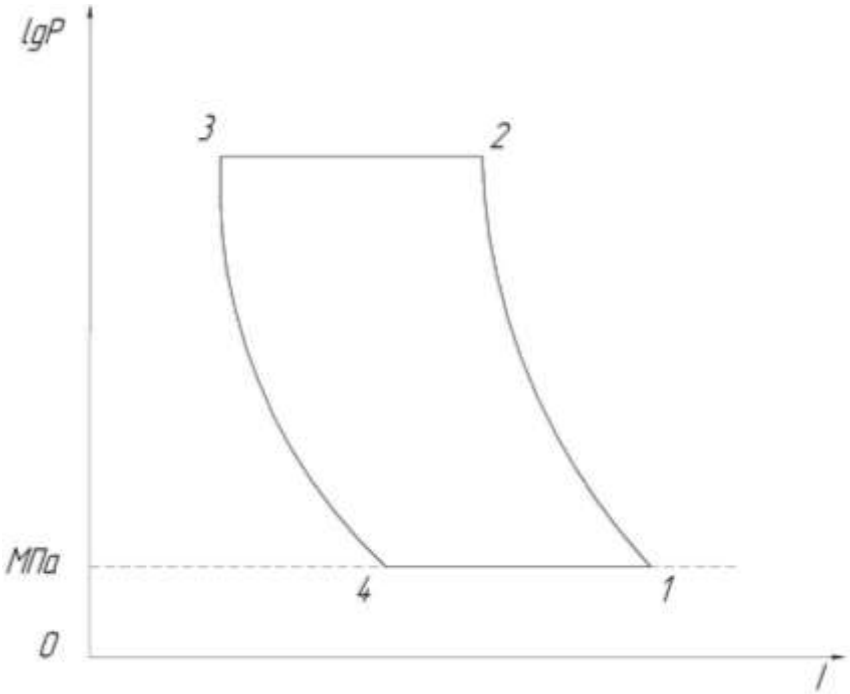


Рисунок 4 – Цикл работы воздушного теплового насоса:
1-2 – адиабатное сжатие воздуха; 2-3 – изобарный процесс отбора теплоты воздуха;
3-4 – адиабатное расширение воздуха; 4-1 – изобарный процесс отбора теплоты от сока.

Был произведен расчет цикла работы воздушного теплового насоса, который представлен на рисунке 4.

Воздух из атмосферы при его параметрах в точке 1 (P_1=0,1МПа, $t_{окр.ср.}$) всасывается воздушным тепловым насосом. При движении поршня вверх происходит адиабатное сжатие воздуха (цикл 1-2), при этом повышается его давление до величины P_2, уменьшается объем воздуха до величины V_2 и повышается температура до значения T_2.

Сжатый воздух перекачивается в пастеризатор, где при постоянном давлении P_3-P_2 МПа охлаждается до температуры T_3. Отбираемое тепло используется для нагрева сока (цикл 2-3).

Цикл 3-4 – происходит адиабатное расширение воздуха от P_3 МПа до P_4=P_1 (0,1 МПа), V_4 и T_4, которые будут значительно меньше, чем T_1 (T_4<T_1).

Для совершения цикла 1-2 необходимо затратить работу на адиабатное сжатие от P_1 до P_2 и перемещение сжатой массы воздуха V_2 из цилиндра в пастеризатор.

При охлаждении сжатого воздуха в охладителе от T_2 до T_3 происходит уменьшение объема сжатого воздуха при P=const. Для совершения цикла работа не требуется.

Работа требуется для адиабатного расширения воздуха в цилиндре от P_3 до P_4 (0,1 МПа).

Таким образом, мощность, необходимая для привода воздушного теплового насоса составит разность мощностей, затраченной на сжатие 1-2 и перемещение сжатого горячего воздуха в теплообменник и мощности адиабатного расширения холодного воздуха 3-4.

Цикл 4-1 – это изобарный процесс подвода тепла от температуры рекуперации T_4 до температуры охлаждения T_1 в охладителе.

Выводы. Таким образом, применение воздушного теплового насоса новой конструкции позволяет использовать воздух в качестве теплоносителя при осуществлении процессов пастеризации и охлаждения, и тем самым понизить энергоемкость этих процессов. После определения параметров работы воздушного теплового насоса сделан вывод, что использование воздушного теплового насоса также позволит охлаждать яблочный сок без использования парокомпрессионных холодильных установок. Перспективой дальнейшего

развития данного направления является моделирование процессов, происходящих при изменении параметров работы воздушного теплового насоса.

Список использованной литературы:

1. *Расщепкин А. Н., Столетов В. М.* Тепловые насосы. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2020. 128 с.
2. *Zogg M.* History of Heat Pumps. Swiss Contributions and International Milestones. Oberburg: Process and Energy Engineering CH-3414, Switzerland. 2008. 114 p.
3. *Трубаев П. А., Гришко Б. М.* Тепловые насосы. Белгород: Издательство БГТУ, 2010. 143 с.
4. *Васильев Г. П.* Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоёв Земли: монография. М.: Красная звезда, 2006. 220 с.
5. *Bailer P., Pietrucha U.* Disrtict heating and district cooling with large centrifugal chiller – heat pumps // Proceedings of the 10th International Symposium on District Heating and Cooling, 3-5 September 2006, Hanover, Germany. 8 p.
6. *Османов К. О., Хотянович П. П.* Использование тепловых насосов в пищевой промышленности // Актуальные проблемы энергетики: материалы 73-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет, Секция «Промышленная теплоэнергетика и теплотехника». Минск: БНТУ, 2017. С. 748-750.
7. *Соболь И. В., Варивода А. А., Щеколдина Т. В.* Технологическое оборудование пищевых производств. Краснодар: КубГАУ, 2019. 251 с.
8. *Хозяев И. А.* Проектирование технологического оборудования пищевых производств. СПб.: Лань, 2022. 272 с.
9. *Вобликова Т. В., Шлыков С. Н.* Процессы и аппараты пищевых производств. 4-е издание. СПб.: Лань, 2022. 204 с.
10. *Таранова Л. В.* Теплообменные аппараты и методы их расчета. Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. 152 с.

References:

1. Rasshchepkin A. N., Stoletov V. M. *Heat pumps*. Kemerovo, Kemerovo State University Publ., 2020, 128 p. (In Russian).
2. Zogg M. *History of Heat Pumps. Swiss Contributions and International Milestones*. Oberburg, Process and Energy Engineering CH-3414, Switzerland, 2008,114 p. (In English).
3. Trubaev P. A., Grishko B. M. *Heat pumps*. Belgorod, BSTU Publ., 2010, 143 p. (In Russian).
4. Vasiliev G. P. *Heat and cooling supply of buildings and structures using low-potential thermal energy of the surface layers of the Earth*. Moscow, Krasnaya zvezda Publ., 2006, 220 p. (In Russian).
5. Bailer P., Pietrucha U. Disrtict heating and district cooling with large centrifugal chiller – heat pumps. *Proceedings of the 10th International Symposium on District Heating and Cooling*, 3-5 September 2006, Hanover, Germany, 8 p. (In English).
6. Osmanov K. O., Khotyanovich P. P. Ispol'zovanie teplovyh nasosov v pishchevoj promyshlennosti [The use of heat pumps in the food industry]. *Materialy 73 nauchno-tekhnicheskoj konferencii studentov i aspirantov «Aktual'nye problemy energetiki»* [Proceedings of the 73rd Scientific and technical Conference of students and postgraduates “Actual problems of energy”]. Belarusian National Technical University, Faculty of Energy, Section “Industrial Heat Power Engineering and Heat Engineering”. Minsk, BNTU Publ., 2017, pp. 748-750. (In Russian).
7. Sobol I. V., Sobol I. V., Varivoda A. A., Shchekoldina T. V. *Technological equipment of food production*. Krasnodar, KubGAU Publ., 2019, 251 p. (In Russian).

8. Khozyaev I. A. *Designing technological equipment for food production*. St. Petersburg, Lan Publ., 2022, 272 p. (In Russian).
9. Voblikova T. V., Shlykov S. N. *Processes and devices of food production*. 4th edition. St. Petersburg, Lan Publ., 2022, 204 p. (In Russian).
10. Taranova L. V. *Heat exchangers and methods of their calculation*. Tyumen, TyumSOGU Publ., 2009, 152 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Кириченко Ольга Евгеньевна	ассистент кафедры товароведения Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 283048, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 kirich.enko@yandex.ru
Kirichenko Olga Evgenievna	assistant of the Department of Commodity Science Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 283048, Donetsk People's Republic, Donetsk, Shchors str., 31 kirich.enko@yandex.ru
Громов Сергей Владимирович	канд. техн. наук, доцент кафедры оборудования пищевых производств Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 283048, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 gromov.serg2020@mail.ru
Gromov Sergey Vladimirovich	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of Food Production Equipment Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 283048, Donetsk People's Republic, Donetsk, Shchors str., 31 gromov.serg2020@mail.ru
Кириченко Виталий Александрович	канд. техн. наук, доцент кафедры оборудования пищевых производств Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 283048, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 vit.alex.kirichenko@gmail.com
Kirichenko Vitaly Alexandrovich	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of Food Production Equipment Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 283048, Donetsk People's Republic, Donetsk, Shchors str., 31 vit.alex.kirichenko@gmail.com
Катанаева Юлия Александровна	канд. техн. наук, доцент кафедры общеинженерных дисциплин Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 283048, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 katanaeva_ua@mail.ru

Katanaeva Yuliya Alexandrovna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor of the Department of General Engineering Disciplines Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 283048, Donetsk People's Republic, Donetsk, Shchors str., 31 katanaeva_ua@mail.ru

УДК 665.3 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.014**

Орлов Б.Ю., Степанова Е.Г., Жлобо Р.А.

ПУТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКОЛУЗГОВОГО ЯДРА НА УЧАСТКЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ МАСЛОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. В данной статье представлены способы и основное технологическое оборудование (выделения ферромагнитных примесей, удаления сора из семенной массы, обрушивания масличных семян, разделения получаемой в процессе обрушивания рушанки) переработки масличных семян участка подготовительных операций маслодобывающего предприятия. В связи с различиями в свойствах оболочек масличных семян рассмотрено применение принципиально различных методов и конструкций машин для их обрушивания. Разрушающие плодовую оболочку усилия различны (удар, срез, скалывание, мгновенный сброс давления воздуха, взрыв и др.), но обрушивание всех масличных семян имеет одну общую цель – минимальное замасливание оболочки семян при максимальной степени их обрушивания (получение низколузгового ядра). Представлено оборудование для разделения рушанки масличных семян, в конструкции которых заложены различные методы разделения – эксплуатируемое в настоящее время на предприятиях масложировой промышленности РФ и вновь разработанное. Указаны недостатки существующего и преимущества вновь разработанного технологического оборудования подготовительного участка маслодобывающего предприятия.
Ключевые слова: масличные семена, обрушивание, ядро, лузга, масличная пыль, рушанка, сепарирование.

Orlov B.Yu., Stepanova E.G., Zhlobo R.A.

WAYS OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND IMPROVEMENT OF EQUIPMENT FOR OBTAINING LOW-NODULE CORE AT THE SITE OF PREPARATORY OPERATIONS OF AN OIL-PRODUCING ENTERPRISE

Abstract. This article presents the methods and main technological equipment (ferromagnetic impurities extraction, removal of litter from the seed mass, oilseed collapse, separation of the oilseeds obtained during the collapse of the roll) processing of oilseeds of the site of preparatory operations of the oil-producing enterprise. Due to the differences in the properties of the shells of oilseeds, the application of fundamentally different methods and designs of machines for their collapse is considered. The forces destroying the fruit shell are different (impact, cutting, chipping, instantaneous air pressure relief, explosion, etc.), but the collapse of all oilseeds has one common goal – minimal oiling of the seed shell with the maximum degree of their collapse (obtaining a low-nodule core). The equipment for the separation of oil seed rolls is presented, in the design of which various separation methods are incorporated – currently operated at the enterprises of the oil and fat industry of the Russian Federation and newly developed. The disadvantages of the existing and advantages of the newly developed technological equipment of the preparatory section of the oil-producing enterprise are indicated.
Keywords: oilseeds, collapsing, kernel, husk, oilseed dust, rushanka, separation.

Введение. Основной задачей участков обрушивания масличных семян и разделения полученной рушанки является выработка ядровой фракции, содержащей низколузговое ядро и отводом из производства лузги с минимальной масличностью. Повышенная лузжистость ядра влияет не только на качественные показатели вырабатываемого конечного продукта – растительного масла, на износ рабочих органов оборудования (лузга является абразивным материалом), но и на содержание сырого протеина в шроте, что снижает его кормовую

ценность. Повышение лузжистости ядра на 1 % уменьшает потенциальную мощность завода примерно на 2,5 % от исходной.

Цель исследования. Рассмотреть пути развития технологических процессов и совершенствование оборудования для получения низколузгового ядра с отводом из производства лузги с минимальной масличностью на участке подготовительных операций маслодобывающего предприятия.

Материалы и методы исследования. С целью совершенствования производства растительного масла, получаемого из семян подсолнечника, предлагалось проводить его извлечение без отделения оболочки. Однако в работах некоторых авторов отмечается снижение производительности экстракторов на 14 %, уменьшение выхода форпрессового масла на 8...10 %, увеличение износа оборудования, расхода растворителя, ухудшение качества шрота. Определено, что при переработке семян без отделения оболочки экстракционным методом не компенсировалось уменьшение производительности заводов, а высокое содержание лузги в шроте снизило количество протеина в нём. При исследовании влияния лузжистости ядра на качественные показатели подсолнечного масла было установлено, что при прямой экстракции бензином в извлекаемом масле увеличивается количество неомыляемых и фосфорсодержащих веществ в большей степени, чем по схеме форпрессование-экстракция. Также было отмечено, что подсолнечная лузга в экстрагируемом материале способствует ускорению извлечения масла в начальный период экстракции, но в общем приводит к повышению масличности шрота из-за большего содержания в ней масла, чем в гелевой части шрота. При переработке семян без отделения оболочки увеличивается выработка шротов, однако наблюдается повышенное содержание клетчатки и на 4...5 % меньше протеина. Кроме того, это ведет к снижению производительности и ускоренному износу технологического оборудования.

Таким образом, современная технология производства растительных масел (с отделением плодовой оболочки) должна учитывать структуру семян при операциях обрушивания и разделения рушанки, максимально сохраняя целостность клеток для уменьшения потерь масла с лузгой при её обмасливании.

Проводились исследования в области аэрошелушения масличных семян и получены результаты. По этому методу обрушивание происходит в трубе с помощью движущейся воздушной струи со сверхзвуковой скоростью, которая разрушает оболочку тангенциальными усилиями, возникающими благодаря разности в скорости воздушной струи и скорости движения семянки, пониженной из-за трения о стенки трубы [1]. Метод отличается простотой, но повышенным расходом энергии.

Исследовалась возможность проведения обрушивания пневматическим, пневмо-механическим методом [2], методами перепада давлений [3], мгновенного сброса давления воздуха. Рабочим агентом для применения данного способа обрушивания служил и водяной пар.

Известен способ отделения оболочки, где осуществляется замена воздушной прослойки окружающей среды и внутренней поверхностью плодовой оболочки и ядра на взрывчатую газовую смесь, которая при воспламенении взрывается и разрушает оболочку [4].

В промышленности, при переработке подсолнечника и некоторых других культур, для отделения плодовой оболочки традиционно используют метод ударных нагрузок (обрушивающие машины), а при переработке семян хлопчатника – метод разрезания (дисковые шелушители) и скалывания (ножевые и вальцовые шелушители).

Шелушилка Путиловского завода предназначена для удаления оболочки хлопковых семян. Она устроена следующим образом: внутри чугунного разъемного кожуха на горизонтальной оси установлены два диска, из которых один подвижный, а другой – неподвижный. Оба диска имеют рифли с острыми режущими кромками. Семена через питательный ковш, пройдя по трубе, попадают к центру дисков, где, будучи захваченными центробежной силой вращающегося диска, отбрасываются к краям. Во время этого движения острые кромки дисков разрывают оболочки семян и освобождают, таким образом, ядро.

Производительность шелушителя 120 т/сут. Полного шелушения хлопкового ядра на шелушителях за один проход не происходит, а обыкновенно отсеянное от свободного ядра семя вторично обрабатывается на таких же машинах [5].

Ножевой шелушитель состоит из течки, питательного валика, имеющего по всей длине глубокие рифли, вращающегося барабана с укрепленными по всей его длине пластинчатыми или трехгранными ножами и подвижной вогнутой деки, на которой крепятся пластинчатые ножи. Благодаря тому, что ножи можно переставлять, срок службы их удлиняется. Зазор между декой и барабаном изменяют при помощи рычага эксцентрикового регулировочного механизма [6].

Конструкции и принцип действия дисковых шелушителей описаны в работе В.А. Масликова [7, с. 124].

В связи с установленной возможностью обработки семян жидкостями перед обрушиванием, авторы Погребная В.Л., Тарасов В.Г., Боковикова Т.Н,, Капустянская Ж.В,, Токарев М.И., Сирота Ю.Г. и Машнина С.П. в своей статье отмечают: «Обработка семян подсолнечника аналитом pH от 2,0 до 2,5 приводит к лучшим результатам по фракционному составу рушанки, т.е. к меньшему количеству фракции целые семена+недоруш, максимальному количеству целого ядра и крупной лузги при сравнительно незначительном увеличении доли масличной пыли» [8].

Существует способ обработки хлопковых семян перед их обрушиванием, позволяющим проводить процесс обрушивания в обычных рушках и аспирационных вейках. Особенность способа заключается в том, что семена подвергают предварительному кондкционированию путем пропускания во взвешенном состоянии в пневмотрубе через продукты горения при температуре около 1100 °С. В результате такой обработки семян изменяются их физические свойства, а именно: оболочка семян вместо упругой становится хрупкой, а ядро приобретает свойства упругости [9].

Известна работа, целью которой является применение предварительного нагрева семян с повышенной влажностью для повышения качества их обрушивания [10]. Таршиков В.И. и Глонин П.В. пишут: «Указанная цель достигается тем, что в установке для обрушивания семян, содержащей вертикально установленный корпус, с загрузочным бункером и отводящим патрубком, размещенные в корпусе деку, полый цилиндрический ротор, закрепленные в нем трубки, сообщающиеся с полостью ротора, привод вращения ротора, бункер снабжен нагревателем, а трубки изогнуты по дуге окружности в направлении, противоположном направлению вращения ротора, и снабжены лопатками, установленными на свободных концах трубок» [10].

Известны исследовательские работы по применению инфракрасного (ИК) облучения для обработки семян перед обрушиванием. В своей диссертационной работе Фролов Р.Н. предлагает: «…применение предварительной подготовки семян к обрушиванию при помощи воздействия на них инфракрасными лучами, для достижения оптимальных упруго-пластических свойств лузги и ядра, с незамедлительно последующим (без отлёжки) обрушиванием» [11].

Научные работы [12, 13] посвящены возможности применения (ИК) нагрева и его комбинирования с конвективной сушкой. Движущийся с определенной скоростью воздух воздействует на смесь частиц, которые обладают различными аэродинамическими свойствами. В результате смесь разделяется. Движение частиц в вертикальном воздушном потоке рассмотрено в литературном источнике [14].

Демидов А.С. в своей диссертационной работе «Совершенствование процесса сушки масличных семян инфракрасным излучением на основе математического моделирования» отмечает: «…изучение статики и кинетики процесса позволяет разработать адекватные физико-математическую и кинетическую модели тепломассопереноса при инфракрасной сушке семян подсолнечника, рациональную конструкцию сушильной установки» [15].

Наиболее распространенным методом разрушения плодовой оболочки масличных семян является метод многократного удара.

На маслодобывающих заводах нашей страны в начале 30-х годов прошлого столетия наибольшее распространение получил рушальный барабан «Мельстроя» с производительностью до 30 т/сут семян подсолнечника. Следует представить принцип его действия. Из приемного ковша с помощью распределительного валика подсолнечное семя подается ровной и тонкой сыпью по течке в неподвижную обечайку, имеющую деки из чугунных волнистых полос. В этой обечайке вращается со скоростью 450-600 об/мин барабан с железными бичами, которые ударами своих плоскостей разбивают оболочку семян и, проволакивая затем расколотое семя по волнистым декам для окончательного отделения лузги, выбрасывают лузгу и ядро в полость и течку [5, с. 20].

Представления, развитые на основе теории удара, могут быть применены для анализа хода обрушивания семян подсолнечника в корпусе бичевой рушки. При рассмотрении участка поперечного сечения рушки с одним бичом, можно отметить, что в каждый данный момент времени в положении удара могут быть разные бичи. Семена, отскакивающие от бича в результате первого удара, получают различные импульсы, уменьшающиеся в связи с уменьшением окружной скорости соответствующих точек бича. Часть этих семян может обрушиться, другая часть остается в виде недоруша. Необрушенные семена, отскочившие от деки, обладают большей скоростью, чем поступающие на первый удар (в рушку) семена. В связи с этим они подвергаются удару бичом большей силы и могут обрушиться в результате второго удара. Необрушенные семена снова отбрасываются к деке, и описанный ход процесса продолжается. Семена, попадающие на колосники деки по направлениям, близким к касательным окружностей их поперечного сечения, теряют свою скорость иногда полностью. Если процесс происходит при этом в верхней части деки, то семянка падает вниз под действием собственной силы тяжести, и все как бы снова начинается с первого удара (хотя оболочка семени уже ослаблена предыдущими ударами). Если же процесс идет в нижней части деки, то семя в общем потоке выводится из машины. Это один из источников появления недоруша в рушанке. Семена, передвигаясь в корпусе рушки в самых различных направлениях, естественно, сталкиваются друг с другом. Так как упругость семени меньше упругости металла бичей и колосников деки, то при таком столкновении возможно падение скорости каждого семени до величины, при которой удар бича по семени и тем более удар семени о деку не могут привести к разрушению оболочки. Это явление может быть вторым источником недоруша в рушанке. Однако чисто теоретическое рассмотрение вопроса приводит к заключению, что при некоторых скоростях движения двух семян их столкновение друг с другом может привести к разрушению оболочки одного из них или обоих одновременно. Для этого необходимы лишь определенные, в связи с малой массой семян, высокие скорости их движения. При известной доле упругих деформаций семян скорости их движения после столкновения могут остаться такими, что последующий удар бича приводит к разрушению оболочки. В этих случаях столкновение семян друг с другом не может быть источником появления в рушанке недообрушенных семян. Кроме сказанного, необходимо упомянуть воздушные потоки в бичерушке, которые сносят смесь частиц в направлении выходного отверстия. Возможно также влияние местных завихрений на направление скорости частиц в рушке. Рассмотренный характер движения материала в корпусе бичерушки позволяет квалифицировать его как хаотическое движение. Однако точнее было бы говорить о хаотическом движении отдельных частиц рушанки в определенных точках объема обрушивающей машины и о направленном движении потока рушанки в целом (в направлении выходного отверстия) [16, с. 151].

В дальнейшем конструкции бичерушек совершенствовались [7, с. 99], но это не привело к существенному качественному изменению состава рушанки (лузжистость ядра, сечка, масличная пыль, обмасливание лузги).

Исследована возможность проведения однократного ударного воздействия на масличную семянку в корпусе бичевой обрушивающей машины [17]. На основании проведенных исследований, Фют А.К., Быкова С.Ф., Нестеренко С.В. и Ключкин В.В. в

дальнейшем предложили конструкцию устройства для отделения плодовой оболочки масличных семян с организацией однократного удара о поверхность деки бичерушки [18].

Направления в совершенствовании процесса обрушивания различных по физико-механическим свойствам семян (подсолнечника, клещевины, хлопчатника) по существу одни и те же, хотя разные исследователи пришли к ним самостоятельно: в основе лежит стремление осуществить процесс однократным воздействием рабочих органов.

Первой центробежной рушкой была рушка конструкции Беляева. Эта рушка была неудачно сконструирована и поэтому давала низкие технологические показатели, почему она и не получила распространения. В последствии было предложено еще несколько конструкций.

В книге В.А. Масликова имеется описание одной из начальных конструкций центробежной обрушивающей машины [7, с. 115]. Стойки, укрепленные на металлической плите, имеют кольцо с декой, наклоненной под углом 10°, а в трубе, опирающейся на крышку картера расположен рабочий вал. На верхнем конце вала закреплен ротор рушки, который представляет собой центробежный вентилятор с радиальными лопатками. К центру ротора подведена питающая течка. Ниже деки расположен сборный конус для сбора и вывода образующейся рушанки. Вал вращается посредством передачи движения от электродвигателя, вариатора и коническую пару с передаточным отношением 1:1. Рушка снабжена замкнутой системой циркуляции воздуха. Для предотвращения возможного тока воздуха сверху ротора и уноса частиц на повторное обрушивание установлено защитное кольцо.

Метод однократного удара, осуществленный в центробежных рушках, имеет преимущества перед методом многократного удара. Он заключается, в основном, в возможности получить рушанку с меньшим количеством сечки и масличной пыли и в меньшем перетирании лузги с ядром. Это должно положительно сказываться на потерях масла с лузгой. К тому же, производительность обрушивающих машин центробежного типа обладает более высокой производительностью.

Известны устройства для обрушивания масличных семян центробежного типа, содержащие корпус, вращающийся на валу ротор с каналами, по которым семена перемещаются к кольцевой деке, питающее устройство, разгрузочные течки и привод. Исходная конструкция [19] претерпела эволюционное конструктивное развитие в последующих работах. Увеличилась производительность, появилась возможность предварительного отделения масличной пыли от основной массы рушанки перед её подачей на дальнейшую переработку, но широкого распространения на маслодобывающих предприятиях разработанные конструкции не получили.

При исследовании отделения оболочки семян рапса авторы Рензяев А.О., Рензяев О.П., Кравченко С.Н., Крюк Р.В. писали: «...наиболее рациональным является двухстадийный способ обрушивания: 1-я стадия – на вальцовых мельницах, 2-я – на центробежной обрушивающей машине» [20].

Проведенные во ВНИИЖе исследования показали, что причина ухудшения качественных показателей обрушивания заключается и в разновлажности семенной массы, в результате которой появляются различия в коэффициентах трения отдельных семянок и различия в скорости их вылета из каналов вращающегося ротора рушки, при которой сила удара семянки о деку одинаковой не может быть, часть семян остается необрушенной, а у некоторой части измельчается даже ядро. Поэтому авторы Фют А.К. и Ключкин В.В. отмечают: «В целях снижения степени влияния этого фактора на эффективность обрушивания семян в центробежном поле представляется возможным организовать повторный удар той части семян, у которой после первого удара полного разрушения плодовой оболочки не произошло, но запас кинетической энергии сохранился» [21]. Основываясь на результатах, полученных в процессе проведения исследований, была разработана конструкция устройства для обрушивания масличных семян, позволяющая применить метод повторного удара в центробежной рушке.

Минимальное замасливание плодовой оболочки семян необходимо при проведении операции разделения рушанки. Предлагалось использовать разделение компонентов рушанки масличных семян по их удельному весу в жидкости.

При переработке семян кунжута, масло находит применение как пищевое в быту и в кондитерской промышленности. Семена кунжута используются в кондитерской промышленности для приготовления тахинной массы при производстве халвы. Существует способ непрерывного разделения ядра и оболочки из рушанки кунжутного семени, где применяется аппарат, выполненный в виде горизонтального корытообразного корпуса (ванны) с питателем для соленого раствора и открытого шнека конической формы для непрерывного удаления семенной оболочки [22].

Проводя исследования по разделению ядра и оболочки масличных семян и предлагая усовершенствование конструкции, Орлов Г.И. отмечает: «Для улучшения мойки ядра кунжутного семени и отделения от него легких примесей ванна предлагаемого устройства снабжена дополнительным моечным резервуаром, заполненным пресной водой с лопастным шнеком и элеватором с сетчатыми карманами» [23].

Необходимо отметить, что частицы рушанки различаются по электрофизическим свойствам. В связи с этим проводились исследования в области электросепарирования компонентов продуктов обрушивания.

Существует конструкция устройства, которое относится к области электростатической сепарации тонкодисперсных сыпучих материалов. Электростатический сепаратор имеет в своем составе загрузочный бункер, закрепленный на корпусе, внутри которого установлен заземленный металлический барабан, покрытый слоем диэлектрического материала, снабженный щеткой для очистки барабана от осевших частиц. Барабан снабжен приводом, обеспечивающим вращение барабана вокруг горизонтальной оси. Также в корпусе установлен высоковольтный отклоняющий электрод и размещенные в нижней части приемник проводящей фракции и приемник непроводящей фракции. В корпусе дополнительно установлен снабженный виброприводом вибропитатель, размещенный таким образом, что его разгрузочный торец расположен над барабаном. Над вибропитателем установлен высоковольтный электрод предварительной зарядки. Оба высоковольтных электрода подсоединены к источнику питания. Электростатический сепаратор дополнительно снабжен системой управления, соединенной с источником питания, а также с виброприводом с возможностью обеспечения работы вибропитателя в режиме псевдоожижения.

Исследования электросепарации подсолнечной рушанки представлены в некоторых диссертационных работах. Подводя итоги проведенной работы Т.В. Мгебришвили пишет: «На основе всех проведенных исследований разработан и испытан универсальный электрический сепаратор, который может служить для целей разделения подсолнечной рушанки, отделения лузги, ядра и переработке перевея» [24]. Исследования поведения частиц рушанки семян подсолнечника в электрическом поле с целью создания электросепаратора были продолжены [25].

Одну из конструкций электросепаратора, состоящего из бункера-питателя, трубы питателя, заземленного электрода, ребра, вращающихся лопаток, конических сит, выгрузочных патрубков, положительного электрода, узла дебаланса и втулки представили в своей работе Л.А. Мхитарьянц, Е.П. Корнена, Е.В. Мартовщук, С.К. Мустафаев [26].

Разделение семенных смесей и рушанки подсолнечных семян предлагалось проводить с применением фотоэлектронных сепараторов. Определены качественные показатели и усовершенствована работа фотоэлектронного сепаратора в семяочистительном комплексе за счет применения фракционной технологии. В последнее время осуществлялись попытки применения фотоэлектронных сепараторов различных производителей (TAIHO, SORTDEK, VSEE, UNISORT, SATAKE и др.) для проведения операции разделения рушанки масличных семян, но широкого распространения на маслодобывающих предприятиях они не получили.

Традиционно данная операция производится с помощью семеновеек, где используется предварительное разделение продуктов обрушивания в ситовом рассеве.

Разделение рушанки на маслодобывающих предприятиях традиционно производится с помощью семеновеек, где используется предварительное разделение продуктов обрушивания в ситовом рассеве.

Основная конструкция семеновеечной машины приведена в литературном источнике «Снабтехиздат»-а за 1932 г. Пропускная способность аспирационной вейки «Мельстроя» – 33 т/сут. Принцип её действия заключается в том, что поданная через рукав и, разделенная на рассеве с плоскими ситами и круговым движением на несколько сортов, рушанка по шести рукавам попадает в нижнюю часть семеновеечной машины, снабженной эксгаустором. В этой части вейки горизонтальная струя воздуха направляется по особым для каждого сорта каналам на подаваемые по жалюзи ядро и лузгу. Воздух, отсасывающийся эксгаустором и направляющийся в циклоны или фильтры всегда несет с собой легкую лузгу и оболочку, поэтому для удержания её на пути движения воздуха ставится решетка, задерживающая эти части [5, с. 22].

Аспирационная семеновейка М2С-50 претерпела некоторые конструктивные усовершенствования по сравнению с М1С-50, оставляя неизменным принцип разделения рушанки. Рассматривая вопрос замасливания лузги в рассеве вейки, некоторыми авторами указывается на возможность использования винтовой перфорированной поверхности для предварительного отбора масличной пыли перед поступлением рушанки на рассев, а для улучшения работы аспирационного корпуса предложена установка сита с овальными отверстиями и нож-рассекатель для отбора ядра.

Анализируя работу следующей конструкции аспирационной семеновейки Р1-МСТ, которая по принципу действия и конструкции аналогична М2С-50, в своих некоторых работах авторы отмечают увеличение производительности до 80 т/сут, но на качественные показатели изменение конструкции существенно не повлияло. Совершенствование аспирационной семеновейки ограничилось решением частных задач конструктивного порядка. Технические показатели семеновеек различных конструкций представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические показатели семеновеек

Показатели	СВ (1932 г.)	М1С-50 (1949 г.)	М2С-50 (1970 г.)	Р1-МСТ (1980 г.)
Производительность по семенам, т/сут	30	50	60	80
Площадь ситовой поверхности, м^2	11,5	11,5	11,5	11,5
Частота вращения рассева, об/мин	160	180	200	200
Размер выхлопного патрубка, мм	375×450	375×450	375×450	-
Габаритные размеры, мм	3910×2260×4532	3810×2340×4500	3810×2235×4770	3845×2190×3350
Масса. кг	3770	2800	3170	3350

Разделение рушанки масличных семян предлагалось проводить и с помощью других устройств. Так, известно устройство роторного типа, позволяющее осуществить указанную технологическую операцию [27].

При рассмотрении конструкции разработанной машины, в формуле изобретения авторы Исавцев К.И., Желобай Ю.В. и Мавриенко П.К. пишут: «Устройство для разделения рушанки масличных семян, включающее цилиндрический корпус с крышкой и днищем, камеру сепарации, разбрасывающее приспособление, выполненное в виде ротора с лопатками, установленными с верхней стороны, загрузочное приспособление патрубки для

вывода легких и тяжелых фракций, отличающееся тем, что, с целью повышения производительности и эффективности процесса разделения за счет равномерной подачи материала в камеру сепарации, устройство снабжено вертикальными цилиндрическими кольцами, имеющими диаметры, равные диаметру ротора, и установленными соосно корпусу, дополнительными лопатками, расположенными с нижней стороны ротора, причем радиус вращения дополнительных лопаток больше радиуса вращения лопаток, установленных с верхней стороны ротора, крышка и днище корпуса имеют отверстия, удаленные от центра вращения на расстояние, не более радиуса ротора» [27].

Разработана конструкция устройства для разделения сыпучих материалов с помощью газовых или воздушных потоков. Указывая цель данной разработки авторы Желобай Ю.В., Минасян Б.Л., Давиденко А.Д. и Быков В.В. пишут: «Цель изобретения – обеспечение возможности многокомнонентного разделения рушанки и выделение ядра с минимальным содержанием лузги за счет одновременного разделения компонентов по их аэродинамическим, упругим и фрикционным свойствам» [28].

Известна конструкция пневмосепаратора для отделения ядра от оболочек семян, предложенная Смычагиным О.В., Смычагиным Е.О. и Мустафаевым С.К. Представляя свою разработку, авторы пишут: «Пневмосепаратор для отделения частичек ядра от оболочек семян, состоящий из патрубка для подвода материала, приемного устройства с ситом, сборной камеры для проходовых частиц через сито, сборной камеры для сходовых частиц с сита, вертикального аспирационого канала с расположенными внутри перегородкой и отбойной пластиной с механическим устройством, аспирационной осадительной камеры, патрубка для отвода воздуха с аэроуносимыми частицами, шлюзового затвора, отличающийся тем, что в надситовом пространстве приемного устройства установлена шиберная задвижка, выходное отверстие сборной камеры ядра расположено вне вертикального аспирационного канала, внутри вертикального аспирационного канала перегородка выполнена в виде сегмента и прикреплена к стенке вертикального аспирационного канала, дополнительно установлены три отбойные пластины, в патрубке для отвода воздуха с аэроуносимыми частицами дополнительно установлен клапан, аспирационная осадительная камера установлена отдельно и сообщается с пневмосепаратором через патрубок для отвода воздуха с аэроуносимыми частицами, подвижные оси регулировки отбойных пластин укреплены на отбойных пластинах» [29].

При рассмотрении причин низкой производительности эксплуатируемых в настоящее время веек, некоторыми авторами отмечалась низкая эффективность просеивания на сортировочных ситах, обусловленная замедленной скоростью проникновения частиц фракций рушанки через образуемый слой при её самосортировании. В связи с этим, авторы Фют А.К. и Ключкин В.В. указывают: «…в целях повышения производительности единичного оборудования, повышения эффективности выделения лузговой фракции из рушанки и снижения масличности отходящей лузги представляется целесообразным производить отделение лузги от ядра путем многократного воздействия воздушными потоками без предварительного просеивания рушанки на ситовой поверхности, используя при этом траектории полета совокупности частиц в воздушном потоке в большем, или меньшем отклонении этих траекторий от вертикали в зависимости от большей, или меньшей величины их парусности» [21]. На основании проведенных исследований во ВНИИЖе была разработана установка, включающая разработанные принципы разделения продуктов обрушивания масличных семян.

В одной из своих работ авторы Орлов Б.Ю., Быкова С.Ф., Майрамян С.И., Ключкин В.В. отмечают: «Сравнительная оценка механизмов обмасливания лузги семян подсолнечника при разделении рушанки на семеновейках и каскадно-конусной пневмоинерционной установке показала преимущество разработанной установки» [30]. В дальнейшем её конструкция была усовершенствована.

Следует учитывать, что переработка масличного материала на участке подготовительных операций требует выделения из семенной массы сорных примесей и

металлических включений. Данные операции предлагается проводить с помощью магнитных и ситовых сепараторов различных конструкций. В работе Гавриленко И.В. дается описание родоначальных конструкций указанных машин, нашедших применение в МЖП нашей страны.

Постоянный магнитный аппарат, обычно применяемый в маслобойном деле, состоит из двух чугунных боковых щек, между которыми болтом зажаты магнитные подковы, между полюсами этих магнитов проложена медная вставка, являющаяся изолятором. Магнитный аппарат устанавливается обычно на нижней полке течки. Для регулировки сыпи и равномерного распределения её по всей площади магнита устанавливается заслонка. Семена, движущиеся по стрелке, проходя по магнитному полю, оставляют на нём, в силу магнитного притяжения, железные и стальные части, которые периодически снимаются обслуживающим аппарат рабочим. Так как удаление вручную остающихся на магните примесей требует тщательного досмотра рабочего и, кроме того, тяжелые части, приставшие к магниту, часто сбиваются другими идущими вслед частицами, то в маслобойной промышленности широко применяются электромагниты с вращающимся барабаном. Этот аппарат состоит из согнутого магнита, неподвижно закрепленного на оси. Этот магнит заключен в барабан, имеющим медную оболочку. Барабан вращается вокруг магнита посредством ременного привода, надетого на шкив. Этот аппарат, в отличие от постоянного магнита, не требует специального надзора, надежен в работе и не сложен по конструкции [5].

Принцип конструирования и эксплуатации ситовых сепараторов для выделения из семенной массы сорных примесей (одна из начальных описана в выше указанном источнике) не претерпел существенных изменений до настоящего времени.

Необходимо обращать внимание и на контрольные операции по снижению масличности отводимой из производства лузги и лузжистости ядра, поступающего на дальнейшую переработку. С целью улучшения качественных характеристик машин по разделению рушанки в технологических схемах предусматривается повторная обработка выделенных фракций (контрольные операции). В основном, контрольные операции проводят на аспирационных колонках и семеновейках. Применение контрольных веек несколько улучшает качественные характеристики рабочих семеновеек, однако эффективность использования основных рабочих семеновеек при этом снижается, так как значительная часть рушанки обрушивается практически дважды на одном и том же типовом технологическом оборудовании. О характере качественного выполнения функций рабочих и контрольных семеновеек судят по величине лузжистости ядра, поступающего на измельчение, и по содержанию ядровой фракции, находящейся в составе отходящей лузги. Следует отметить, что даже на контрольных операциях вынос ядровой фракции с лузгой не исключен, о чем свидетельствуют повышенные потери масла с лузговой фракцией.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализируя результаты проведенного обзора как конструкций эксплуатирующихся машин, так и представленных в научных разработках различных авторов, можно заключить, что в настоящее время на участке подготовительных операций маслодобывающих предприятий традиционно используется способы переработки и оборудование для проведения подготовительных операций (выделения ферромагнитных примесей, удаления сора из семенной массы, обрушивания и фракционирования полученных продуктов), разработанные в начале прошлого века. Это магнитные, ситовые сепараторы, бичевые обрушивающие машины и семеновейки. При работе оборудования подготовительного цеха, приведенного выше, необходимо проведение контрольных операций, что увеличивает занимаемые производственные площади, энергоемкость и металлоемкость при производстве конечного продукта.

Выводы. Проводятся исследования и разработка новых методов и оборудования подготовительного участка переработки масличных семян (обрушивания, разделения полученной рушанки, контроля отходящей лузги), но широкого применения на предприятиях масложировой промышленности в настоящий момент они не получили. Новые разработки технологий производства, конструкций машин и аппаратов указанных процессов,

проведя технологический и экономический анализ, могут содействовать достижению поставленной задачи – снижению потерь масла в производственном процессе.

Список использованной литературы:

1. *Савус А.С.* Совершенствование технологии переработки труднообрушиваемых семян подсолнечника: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.06 / Анатолий Семенович Савус. Л., 1990. 28 с.
2. *Халиуллин Д.Т.* Разработка конструкции и обоснование параметров обрушивателя семян подсолнечника пневмомеханического типа: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20 01 / Дамир Тагирович Халиуллин. Уфа, 2011. 16 с.
3. А. с. № 518229 СССР. Устройство для непрерывного обрушивания семян масличных культур путем создания перепада давления. B02 B3/12. 1976. Бюл. № 23.
4. А. с. № 1792629 СССР. Способ обрушивания семян и орехов. A23 N5/00, C11B1/04. 1993. Бюл. № 5.
5. *Гавриленко И.В.* Маслоэкстракционный завод. М.-Л.: Снабтехиздат, 1932. 64 с.
6. *Сергеев А.Г.* Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. Л.: ВНИИЖ, 1975. Т. 1. Кн. 1. 726 с.
7. *Масликов В.А.* Технологическое оборудование производства растительных масел. М.: Пищевая промышленность, 1974. 439 с.
8. *Погребная В.Л., Тарасов В.Г., Боковикова Т.Н., Капустянская Ж.В., Токарев М.И., Сирота Ю.Г., Машнина С.П.* Активация процессов обрушивания семян подсолнечника при обработке их растворами, полученными при электролизе хлорида натрия // Известия вузов. Пищевая технология. 2017. № 2-3. С. 30-32.
9. А. с. № 100474 СССР. Способ обработки хлопковых семян перед их обрушиванием. A23 N5/04. 1953. Бюл. № 4.
10. Патент № 1747149 РФ. Установка для обрушивания семян / В.И. Таршиков, П.В. Глонин. 1992. Бюл. № 26.
11. *Фролов Р.Н.* Совершенствование процесса обрушивания семян подсолнечника с применением при подготовке инфракрасного облучения: дис. ... канд техн. наук: 05.18.12 / Руслан Николаевич Фролов. Краснодар, 2002. 123 с.
12. *Patel J.H., Sutar P.P.* Acceleration of mass transfer rates in osmotic dehydration of elephant foot yam (Amorphophallus paeoniifolius) applying pulsed-microwave-vacuum // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2016. Vol. 36. P. 201-211.
13. *Chen Y., Martynenko A.* Combination of hydrothermodynamic (HTD) processing and different drying methods for natural blueberry leather // LWT-Food Science and Technology. 2018. Vol. 87. P. 470-477.
14. *Kroulík M., Húla J., Rybka A., Honzík I.* Pneumatic conveying characteristics of seeds in a vertical ascending airstream // Research in Agricultural Engineering. 2016. Vol. 62. P. 56-63.
15. *Демидов А.С.* Совершенствование процесса сушки масличных семян инфракрасным излучением на основе математического моделирования: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Андрей Сергеевич Демидов. СПб., 2012. 16 с.
16. *Белобородов В.В.* Основные процессы производства растительных масел. М.: Пищевая промышленность, 1966. 479 с.
17. *Зайцев В.И.* Исследование и совершенствование технологии разрушения плодовых оболочек семян подсолнечника методом ударных нагрузок: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.06 / Владимир Иванович Зайцев. Санкт-Петербург, 1999. 36 с.
18. Патент № 2138331 РФ. Устройство для разрушения плодовой оболочки масличных семян / А.К. Фют, С.Ф. Быкова, С.В. Нестеренко, В.В. Ключкин. B 02 B 3/08. 2004. Бюл. № 10.
19. А. с. № 254929 СССР. Устройство для обрушивания семян. A011C 11b. 1969. Бюл. № 32.
20. *Рензяев А.О., Рензяев О.П., Кравченко С.Н., Крюк Р.В.* Исследование процесса обрушивания семян рапса методом удара // Известия высших учебных заведений.

Пищевая технология. 2019. № 2-3. С. 72-75.
21. *Фют А.К., Ключкин В.В.* Новое в технологии подготовительных процессов при переработке семян подсолнечника // Масложировая промышленность. 1992. № 3. С. 1-4.
22. А. с. № 92845 СССР. Способ непрерывного разделения ядра и оболочки из рушанки кунжутного семени. B02 B3/12. 1951.
23. А. с. № 98544 СССР. Устройство для непрерывного разделения ядра и оболочки рушанки кунжутного семени. B02 B3/12. 1954. Бюл. №7.
24. *Мгебришвили Т.В.* Исследование электросепарации подсолнечной рушанки: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Таймураз Вахтангович Мгебришвили. Краснодар, 1965. 22 с.
25. *Мурашов А.А.* Исследование поведения частиц рушанки семян подсолнечника в электрическом поле с целью создания электросепаратора: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.18.12 / Алексей Андреевич Мурашов. М., 1981. 25 с.
26. *Мхитарьянц Л.А., Корнена Е.П., Мартовщук Е.В., Мустафаев С.К.* Технология отрасли (Производство растительных масел). СПб.: ГИОРД, 2009. 352 с.
27. А. с. № 882661 СССР. Устройство для разделения рушанки масличных семян. B07 B7/083. 1981. Бюл. № 43.
28. А. с. № 1258501 СССР. Устройство для разделения рушанки масличных семян. B07 B7/083. 1986. Бюл. № 35.
29. Патент № 2584030 РФ. Пневмосепаратор для отделения ядра от оболочек семян / О.В. Смычагин, Е.О. Смычагин, С.К. Мустафаев. A 23 N 4/00. 2016. Бюл. № 14.
30. *Орлов Б.Ю., Быкова С.Ф., Майрамян С.И., Ключкин В.В.* Сравнительная оценка механизмов обмасливания лузги семян подсолнечника при разделении рушанки на семеновейках и каскадно-конусной пневмоинерционной установке // Масложировая промышленность. 1998. № 1-2. С. 23-25.

References:

1. Savus A.S. *Sovershenstvovaniye tekhnologii pererabotki trudnoobrushivayemykh semyan podsolnechnika. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk* [Improving the technology of processing of hard-to-break sunflower seeds. Cand. tech. sci. diss. abstr.]. L., 1990, 28 p. (In Russian).
2. Khaliullin D.T. *Razrabotka konstruktsii i obosnovaniye parametrov obrushivatelya semyan podsolnechnika pnevmomekhanicheskogo tipa. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk* [Design development and justification of parameters of the sunflower seed sprinkler of pneumomechanical type. Cand. tech. sci. diss. abstr.]. Ufa, 2011, 16 p. (In Russian).
3. *Ustroystvo dlya nepreryvnogo obrushivaniya semyan maslichnykh kul'tur putem sozdaniya perepada davleniya* [A device for continuous collapsing of oilseeds by creating a pressure drop]. Author’s license no. 518229 USSR, B02 B3/12, 1976. (In Russian).
4. *Sposob obrushivaniya semyan i orekhov* [Method of crumbling seeds and nuts]. Author’s license no. 1792629 USSR, A23 N5/00, C11 B1/04, 1993. (In Russian).
5. Gavrilenko I.V. *Masloekstraktsionnyy zavod* [Oil extraction plant]. Moscow, Leningrad, Snabtehizdat Publ., 1932, 64 p. (In Russian).
6. Sergeev A.G. *Rukovodstvo po tekhnologii polucheniya i pererabotki rastitel'nykh masel i zhirov* [Guidelines for the technology of obtaining and processing vegetable oils and fats]. Leningrad, VNIIZH Publ., 1975, vol. 1, book 1, 726 p. (In Russian).
7. Maslikov V.A. *Tekhnologicheskoye oborudovaniye proizvodstva rastitel'nykh masel* [Technological equipment for the production of vegetable oils]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1974, 439 p. (In Russian).
8. Pogrebnaya V.L., Tarasov V.G., Bokovikova T.N., Kapustyanskaya Zh.In,, Tokarev M.I., Sirota Yu.G., Mashnina S.P. Aktivatsiya protsessov obrushivaniya semyan podsolnechnika pri obrabotke ikh rastvorami, poluchennymi pri elektrolize khlorida natriya [Activation of sunflower seed collapse processes when treating them with solutions obtained by electrolysis of sodium chloride]. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [Izvestiya vuzov. Food technology], 2017, no. 2-3, pp. 30-32. (In Russian).

9. *Sposob obrabotki khlopkovykh semyan pered ikh obrushivaniyem* [Method of processing cotton seeds before they collapse]. Author's license no. 100474 USSR, A23 N5/04, 1953. (In Russian).
10. *Ustanovka dlya obrushivaniya semyan* [Installation for the collapse of seeds]. Patent RF no. 1747149, 1992. (In Russian).
11. Frolov R.N. *Sovershenstvovaniye protsessa obrushivaniya semyan podsolnechnika s primeneniyem pri podgotovke infrakrasnogo oblucheniya. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk* [Improvement of the process of sunflower seed collapse with the use of infrared irradiation in preparation. Cand. tech. sci. diss. abstr.]. Krasnodar, 2002, 123 p. (In Russian).
12. Patel J.H., Sutar P.P. Acceleration of Mass Transfer Rates in Osmotic Dehydration of Elephant Foot Yam (Amorphophallus Paeoniifolius) Applying Pulsed-Microwave-Vacuum. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2016, vol. 36, pp. 201-211. (In English).
13. Chen Y., Martynenko A. Combination of Hydrothermodynamic (HTD) Processing and Different Drying Methods for Natural Blueberry Leather. *LWT-Food Science and Technology*, 2018, vol. 87, pp. 470-477. (In English).
14. Kroulík M., Húla J., Rybka A., Honzík I. Pneumatic Conveying Characteristics of Seeds in a Vertical Ascending Airstream. *Research in Agricultural Engineering*, 2016, vol. 62, pp. 56-63. (In English).
15. Demidov A.S. *Sovershenstvovaniye protsessa sushki maslichnykh semyan infrakrasnym izlucheniyem na osnove matematicheskogo modelirovaniya. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk* [Improvement of the process of drying oilseeds by infrared radiation based on mathematical modeling. Cand. tech. sci. diss. abstr.]. St. Petersurg, 2012, 16 p. (In Russian).
16. Beloborodov V.V. *Osnovnyye protsessy proizvodstva rastitel'nykh masel* [Basic processes of vegetable oil production]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1966, 479 p. (In Russian).
17. Zaitsev V.I. *Issledovaniye i sovershenstvovaniye tekhnologii razrusheniya plodovykh obolochek semyan podsolnechnika metodom udarnykh nagruzok. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk* [Research and improvement of technology of destruction of fruit shells of sunflower seeds by the method of shock loads. Cand. tech. sci. diss. abstr.]. St. Petersburg, 1999, 36 p. (In Russian).
18. *Ustroystvo dlya razrusheniya plodovoy obolochki maslichnykh semyan* [A device for destroying the fruit shell of oilseeds]. Patent RF no. 2138331, B 02 B 3/08, 2004. (In Russian).
19. *Ustroystvo dlya obrushivaniya semyan* [A device for dropping seeds]. Author's license no. 254929 USSR, A011C 11b, 1969. (In Russian).
20. Renziaev A.O., Renziaev O.P., Kravchenko S.N., Kruk R.V. Issledovaniye protsessa obrushivaniya semyan rapsa metodom udara [Investigation of the process of collapsing rapeseed by the impact method]. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [Izvestiya vuzov. Food technology], 2019, no. 2-3, pp. 72-75. (In Russian).
21. Fyut A.K., Klyuchkin V.V. Novoye v tekhnologii podgotovitel'nykh protsessov pri pererabotke semyan podsolnechnika [New in the technology of preparatory processes in the processing of sunflower seeds]. *Maslozhirovaya promyshlennost'* [Oil and fat industry], 1992, no. 3, pp. 1-4. (In Russian).
22. *Sposob nepreryvnogo razdeleniya yadra i obolochki iz rushanki kunzhutnogo semeni* [A method of continuous separation of the kernel and shell from a sesame seed roll]. Author's license no. 92845 USSR, B02 B3/12, 1951. (In Russian).
23. *Ustroystvo dlya nepreryvnogo razdeleniya yadra i obolochki rushanki kunzhutnogo semeni* [A device for continuous separation of the kernel and shell of a sesame seed roll]. Author's license no. 98544 USSR, B02 B3/12, 1954. (In Russian).
24. Mgebrishvili T.V. *Issledovaniye elektroseparatsii podsolnechnoy rushanki. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk* [Investigation of electric separation of sunflower rushanka. Cand. tech. sci. diss. abstr.]. Krasnodar, 1965, 22 p. (In Russian).
25. Murashov A.A. *Issledovaniye povedeniya chastits rushanki semyan podsolnechnika v*

elektricheskom pole s tsel'yu sozdaniya elektroseparatora. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk [Investigation of the behavior of sunflower seed rushank particles in an electric field in order to create an electric separator. Cand. tech. sci. diss. abstr.]. Moscow, 1981, 25 p. (In Russian).

26. Mkhitaryants L.A., Kornena E.P., Martovshchuk E.V., Mustafayev S.K. *Tekhnologiya otrasli (Proizvodstvo rastitel'nykh masel)* [Technology of the industry (Production of vegetable oils)]. St. Petersburg, GIORD Publ., 2009, 352 p. (In Russian).
27. *Ustroystvo dlya razdeleniya rushanki maslichnykh semyan* [Device for separation of oil seed rolls] Author’s license no. 882661 USSR, B07 B7/083, 1981. (In Russian).
28. *Ustroystvo dlya razdeleniya rushanki maslichnykh semyan* [Device for separation of oil seed rolls] Author’s license no. 1258501 USSR, B07 B7/083, 1986. (In Russian).
29. *Pnevmoseparator dlya otdeleniya yadra ot obolochek semyan* [Pneumoseparator for separating the kernel from the seed shells]. Patent RF no. 2584030, A 23 N 4/00, 2016. (In Russian).
30. Orlov B.Yu., Bykova S.F., Mayramyan S.I., Klyuchkin V.V. Sravnitel'naya otsenka mekhanizmov obmaslivaniya luzgi semyan podsolnechnika pri razdelenii rushanki na semenoveykakh i kaskadno-konusnoy pnevmoinertsionnoy ustanovke [Comparative evaluation of the mechanisms of sunflower seed husk oiling during the separation of the rushanka on seed rolls and cascade-cone pneumatic inertia unit]. *Maslozhirovaya promyshlennost'* [Fat and oil industry], 1998, no. 1-2, pp. 23-25. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Орлов Борис Юрьевич	канд. техн. наук, доцент кафедры технологического оборудования и систем жизнеобеспечения Кубанский государственный технологический университет 350072, Россия, Краснодарский край г. Краснодар, ул. Московская, 2 abbot10@mail.ru
Orlov Boris Yurievich,	Ph.D. (Engin.), Associate Professor of the Department of Technological Equipment and Life Support Systems Kuban State Technological University 350072, Russia, Krasnodar Territory, Krasnodar, Moskovskaya str., 2 abbot10@mail.ru
Степанова Евгения Григорьевна	канд. техн. наук, доцент кафедры технологического оборудования и систем жизнеобеспечения Кубанский государственный технологический университет 350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2 egs2128@mail.ru
Stepanova Evgeniya Grigoryevna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor of the Department of Technological Equipment and Life Support Systems Kuban State Technological University 350072, Russia, Krasnodar, Moskovskaya str., 2 egs2128@mail.ru
Жлобо Руслан Андреевич	старший преподаватель кафедры технологического оборудования и систем жизнеобеспечения Кубанский государственный технологический университет 350072, Россия, Краснодарский край г. Краснодар, ул. Московская, 2 rzhlobo@bk.ru
Zhlobo Ruslan Andreevich	Senior Lecturer of the Department of Technological Equipment and Life Support Systems Kuban State Technological University 350072, Russia, Krasnodar Territory, Krasnodar, Moskovskaya str., 2 rzhlobo@bk.ru

УДК 577 + 597.553.2 + 616 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.015**

Позднякова Ю.М., Ковалев Н.Н., Пивненко Т.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ДНК ИЗ МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ РЫБ С МЕТАЛЛАМИ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕТАРДНЫХ ФОРМ ПРЕПАРАТОВ

Аннотация. Проведены исследования по оценке комплексообразования высокополимерной ДНК, полученной из молок лососевых рыб, с солями магния и платины. Установлены соотношения ДНК-цис-платин и ДНК – хлорид магния, которые соответствовали наибольшему проценту связывания. Было установлено, что с увеличением концентрации платины в растворе процент связанной платины возрастает, достигая максимума связывания при ее концентрации 44,8 мкг/мл, но при дальнейшем увеличении содержания платины в растворе процент связывания резко падает. При увеличении концентрации цис-платина в растворе происходит выпадение осадка, что можно объяснить снижением растворимости ДНК. Для полученных комплексов ДНК с цисплатином, включая контроль (чистый раствор ДНК без цис-платина), были определены спектры поглощения в УФ области. Полученные регистрируемые изменения в спектре свидетельствуют о взаимодействии цис-платина с азотистыми основаниями ДНК. Проведенные исследования могут найти применение при создании лекарственных препаратов и БАД на основе высокополимерной ДНК из молок лососевых рыб различной функциональной направленности.
Ключевые слова: молоки лососей, дезоксирибонуклеиновая кислота, цис-платин, платина, магний, комплексообразование.

Pozdnyakova Yu.M., Kovalev N.N., Pivnenko T.N.

STUDY OF COMPLEXATION OF DNA FROM SALMON MILT WITH METALS AS A BASIS FOR CREATION OF RETARD FORMS OF PREPARATIONS

Abstract. Studies have been conducted to evaluate the complex formation of high-polymer DNA obtained from salmon milt with magnesium and platinum salts. The ratios of DNA-cis-platinum and DNA-magnesium chloride were established, which corresponded to the highest percentage of binding. It was found that with increasing concentration of platinum in the solution, the percentage of bound platinum increases, reaching a maximum binding at its concentration of 44.8 μg/ml, but with a further increase in the platinum content in the solution, the percentage of binding drops sharply. As the concentration of cis-platinum in the solution increases, a precipitate occurs, which can be explained by a decrease in DNA solubility. For the resulting DNA complexes with cisplatin, including the control (pure DNA solution without cis-platinum), absorption spectra in the UV region were determined. The resulting registered changes in the spectrum indicate the interaction of cis-platinum with nitrogenous bases of DNA. The research carried out can be used in the creation of medicines and dietary supplements based on high-polymer DNA from the milt of salmon fish of various functional orientations.
Keywords: salmon milt, deoxyribonucleic acid, cis-platinum, platinum, magnesium, complexation.

Введение. В настоящее время препараты нуклеиновых кислот, выделенные из животных, растительных и микробиальных источников, используются при производстве лекарственных препаратов, косметики, БАД к пище, специализированных продуктов питания (детских, лечебно-профилактических, спортивных), а также для получения нуклеотидов, нуклеозидов, пуринов и пиримидинов [1-3].

Кроме того, актуальна разработка технологий наноконструкций на основе двухцепочечных нуклеиновых кислот с перспективой их применения в биотехнологии и экологии в качестве полифункционального биодатчика, а также в молекулярной биологии и медицине – в качестве матрицы лекарственных и биологически активных веществ [4].

Ионы металлов принадлежат к наиболее распространенным и активным веществам, влияющим на структуру и функции нуклеиновых кислот [5]. В настоящее время выявлены антибактериальный, антиоксидантный и противоопухолевый эффект применения комплексов золота, платины с пиримидином [6].

Показана эффективность ДНК из селезенки крупного рогатого скота с молекулярной массой (Мм) выше $4\text{-}6\cdot10^6$ Да в качестве макромолекулярной матрицы, связывающей молекулы цис-платина, которая реализована при создании антиопухолевого препарата третьего поколения «Полиплатиллен» [7]. Препарат обладает высокой избирательностью действия по отношению к опухолям различной локализации, при этом его химиотерапевтический индекс по сравнению с цисплатином в три раза выше, а общая токсичность ниже почти на порядок [1]. Из всех соединений платины только цис-платин имеет противоопухолевый эффект [8].

Ограниченность используемой в настоящее время сырьевой базы и невысокий выход высокомолекулярной ДНК из селезенки КРС явились предпосылками для поиска новых источников ДНК, в качестве которых предлагается использование мужских гонад (молок) морских организмов (рыб и беспозвоночных). В отличие от сельскохозяйственных животных они являются экологически и токсикологически безопасными, обеспечены большими промысловыми ресурсами, позволяют получить высокий выход и чистоту целевого компонента [1].

При выборе металла, который бы выступал в качестве функционального элемента в комплексе с нуклеиновыми кислотами авторы статьи основывались на направлении их использования в медицине и в качестве БАД.

По данным Института питания РАМН, среди населения России широко распространены различные отклонения в пищевом статусе, в том числе дефицит минералов. Магний является жизненно-важным элементом, который находится во всех тканях организма и необходим для нормального функционирования клеток. В организме человека магний участвует в более чем в трехстах важных метаболических реакциях [9]. Благодаря своей роли в ионной транспортной системе, магний влияет на проводимость нервных импульсов, отвечает за сокращения мышц, и нормальный сердечный ритм. Существует повышенный интерес к роли магния в профилактике и лечению заболеваний, таких как гипертония, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, остеопороз [10].

Целью исследования являлось получение комплексов цис-платина и ионов магния с высокополимерной ДНК из молок лососевых рыб как основы технологии металлорганических соединений функциональной направленности.

Материалы и методы исследования. Для получения комплексов ДНК с металлами и цис-платином использовали высокополимерную ДНК из молок лососевых, полученную по методу, описанному ниже.

Цис-платин – комплексный хлорид-аммиакат двухвалентной платины, цис-$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ (цис-диамминдихлороплатина (II) (цис-ДДП)). Выпускается в виде концентрата для приготовления раствора для инфузий с содержанием активного вещества 0,5 мг/мл раствора («Тева», Фармпредприятия Лтд, Израиль). В основе биологических свойств лежит способность соединения образовывать прочные специфические связи с ДНК.

ДНК из молок лососевых рыб получали по ранее разработанному методу осаждения нуклеопротеидов этанолом после экстракции 2 М раствором NaCl [11]. Внесенные в этот метод изменения обеспечили наиболее полное удаление балластных белков при сохранении высокой степени полимерности ДНК [1]. Начальные стадии обработки молок проводили на ледяной бане при температуре 0 °С в присутствии 0,9 % NaCl и 0,15 М цитрата натрия. Для осаждения нуклеопротеидного комплекса использовали 2 М NaCl. Образующиеся нити ДНК промывали в градиенте этанола с увеличением концентрации от 50 до 96 %. Далее растворяли осадок в воде и обрабатывали протеолитическими ферментами. В этом случае важно использовать высокоочищенные ферментные препараты, не содержащие примесей нуклеаз (химопсин). После ограниченного ферментолиза проводили температурную

инактивацию ферментов, повторное осаждение и отмывку ДНК этанолом. Для эффективного высушивания препарата (до содержания остаточной влаги не более 12 %) достаточно выдерживания на воздухе.

Спектры водных растворов ДНК с цис-платином снимали на спектрофотометре «Shimadzu-1800». Показатель $A_{260/280}$ позволяет оценить степень очистки препаратов ДНК. Для дезоксирибонуклеиновых кислот этот показатель должен быть не ниже 1,8 [12].

Определение концентраций платины и магния проводили атомно-адсорбционным методом. Подготовка велась в соответствии с ГОСТом 26929-94. Измерение концентраций проводилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы «Shimadzu» АА–6800 с использованием пламенного и беспламенного вариантов метода. В качестве атомизатора используется однощелевая горелка, в качестве горючей смеси – ацетилен-воздух. Фон корректировался дейтериевой лампой. В качестве стандартных образцов использовали государственные стандартные образцы растворов металлов – ГСОРМ.

Результаты исследования и их обсуждение. Высокополимерная ДНК из молок кеты, полученная по методу осаждения 2 М раствором NaCl с последующей отмывкой этанолом и применения ограниченного протеолиза химопсином, позволяет получить препарат следующего состава, %: ДНК – 96,0±3,5; белок – (3±0,2); показатель $A_{260/280}$ – 1,87;

Для образования комплексов с цис-платином использовали водный раствор ДНК (3,3 %) из молок лососевых рыб с добавлением 5 mM NaCl в качестве поддерживающего электролита. В ранее проведенных работах [8], было показано, что в растворах с большой ионной силой цис- и транс-платин с ДНК не взаимодействуют, а также время комплексообразования между цис-платином и ДНК составляет около 4 часов при комнатной температуре и более 8 часов при температуре 4 ^{o}C. Основываясь на этих данных, мы проводили реакцию при комнатной температуре в течение 4 часов. Растворы ДНК смешивали с цис-платином в различных соотношениях (табл. 1).

Таблица 1 – Зависимость связывания цис-платина и высокополимерной ДНК из молок лососевых от их соотношения

Количество вносимой платины в мкг/мл	Соотношение: ДНК : платина	Содержание платины в комплексе, мкг/г	Процент связывания платины
144,4	12,7:1	123,2±4,01	4,0
78,8	32:1	152,4±7,12	7,9
44,8	63:1	350,2±10,20	45,6
24	127,6:1	134,34±6,70	34,98
12,5*	255:1	54,07±2,10	14,1

*расчет: V в мл цис-платина х 0,5 мг (содержание цис-платина в растворе)/Vобщий в мл раствор ДНК + раствор цис-платина – 35 % (содержание Pt в цисплатине 65 %):

1,2 х 0,5 / 31,2 – 35% = 0,0125 мг = 12,5 мкг/мл

После проведения реакции комплексообразования образцы упаривали на роторном испарителе до объема 10 мл. ДНК осаждали равным количеством 95 %-ного этилового спирта, высушивали на воздухе и определяли в них содержание платины.

Результаты определения концентрации платины в образцах показали (рис. 1, табл. 1), что наибольший процент связывания платины с ДНК наблюдался в образце с соотношением в смеси ДНК : платина: 63:1.

Показано, что с увеличением концентрации платины в растворе процент связанной платины возрастает, достигая максимума связывания при ее концентрации 44,8 мкг/мл, но при дальнейшем увеличении содержания платины в растворе процент связывания резко падает. Кроме того, при увеличении концентрации цис-платина в растворе происходит выпадение осадка, что можно объяснить снижением растворимости ДНК.

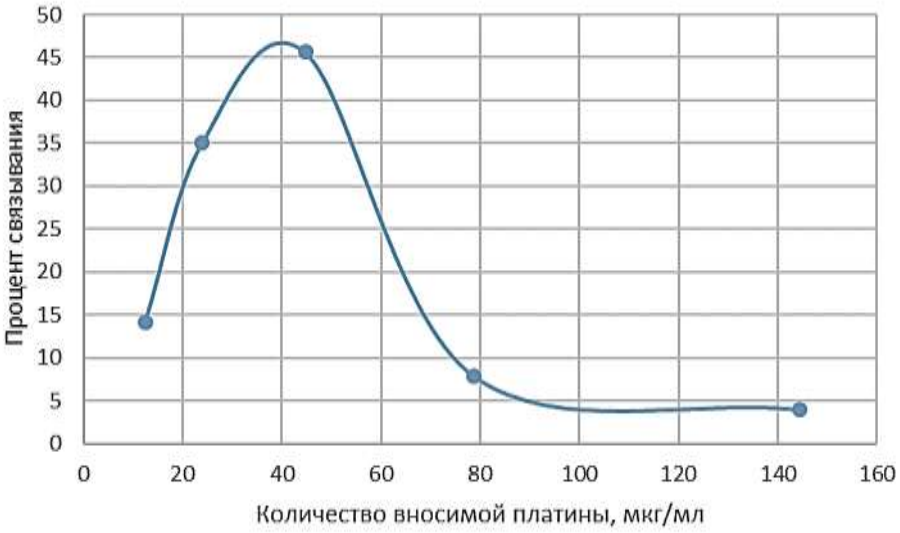


Рисунок 1 – Зависимость комплексообразования от концентрации вносимого цис-ДДП

Объяснение снижения комплексообразования, падения вязкости и выпадения в осадок ДНК дано в работе Н. А. Касьяненко [8]. Показано, что добавление цис-платина в раствор ДНК тимуса теленка вызывает падение характеристической вязкости растворов уже при малых концентрациях платины, которое заканчивается при достижении соотношения C(Pt)/C(ДНК) ≈ 0,4 (т. е. при соблюдении соотношения ДНК : платина 2,5:1) [13]. Согласно данным рентгеноструктурного анализа, максимальная степень связывания цис-ДДП с двуспиральным олигонуклеотидом, при которой еще не происходит нарушения вторичной структуры молекулы, равна 4 молекулам платины на 10 пар оснований. Дальнейшее увеличение концентрации платины в растворе приводит к падению вязкости, сопровождаемому появлением гиперхромизма в спектре УФ-поглощения, что свидетельствует о дестабилизации ДНК. Дестабилизация, по-видимому, связана с образованием комплекса, при котором частично нарушается стэкинг- взаимодействие оснований. Можно предположить, что при малых C(Pt) < $3x10^{-5}$ М наблюдается образование комплексов цис-ДДП с ДНК [8].

Для полученных комплексов ДНК с цисплатином, включая контроль (чистый раствор ДНК без цис-платина), были определены спектры поглощения в УФ области (рис. 2). Результаты исследования показали, что увеличение концентрации цис-платина в растворе влияет на характер спектра: чем больше концентрация платины, тем более сглаживается пик. Это свидетельствует о взаимодействии азотистых оснований ДНК с цисплатином, при котором происходит падение оптической плотности. Таким образом, по величине пика можно судить о концентрации платины в комплексах.

Аналогичные исследования с ДНК, выделенной из тимуса теленка [8], показали, что изменения в спектре поглощения соединения начинаются при достаточно большом отношении C(P1)/C(ДНК) > 0,25: наблюдается гиперхромный эффект без изменения положения максимума для растворов двух ионных сил. Полученные регистрируемые изменения в спектре свидетельствуют о взаимодействии платины с азотистыми основаниями ДНК.

При проведении исследований комплексообразования высокополимерной ДНК из молок лососевых рыб с хлоридом магния определяли зависимость сорбции от концентрации соли. Для этого высокополимерную ДНК растворяли в воде в концентрации 0,1 г на 30 мл воды, добавляли хлорид магния различной концентрации и выдерживали при +4 °С в течение суток. Осаждение высокополимерной ДНК проводили 95 %-ным этиловым спиртом в соотношении 1:1 при температуре 25 °С (табл. 2).

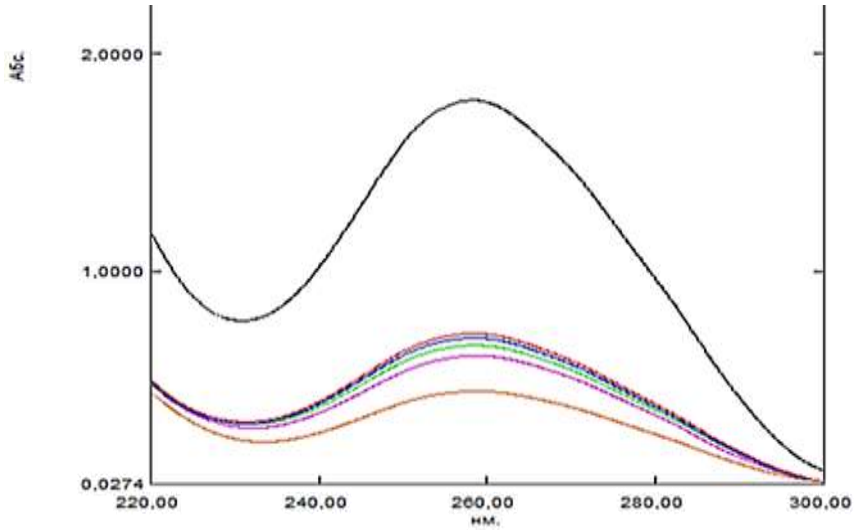


Рисунок 2 – Спектры растворов/комплексов ДНК-цис-платин в различных соотношениях: черная – контроль (без платины); красная – 10 мкг/мл; синяя – 20 мкг/мл; зеленая – 40 мкг/мл; розовая – 80 мкг/мл; оранжевая – 160 мкг/мл; концентрация ДНК 0,05 мг/мл во всех образцах

Таблица 2 – Содержание количества магния в образцах с высокополимерной ДНК

Количество внесенной соли магния, мг на 1 г ДНК	Количество внесенного магния, мг на 1 г ДНК	мг Mg / г препарата определяемое	% связывания (по ионам)
4,0	1029	200±9,08	19,4
3,2	808,6	20,8±1,03	2,6
2,0	505,4	21,0±0,95	4,2
1,2	303,2	20,2±0,98	6,7

Результаты определения содержания ионов магния показали (табл. 2), что повышение концентрации вносимой соли магния с 1,2 до 3,2 г на 1 г ДНК практически не влияет на содержание ионов магния в конечном препарате. И только при внесении 4 г соли происходит повышение концентрации ионов магния в почти в 10 раз. Таким образом, по результатам комплексообразования ДНК с магнием наибольший процент связывания соответствует при соотношении соль : ДНК – 4 : 1.

Проведенные исследования согласуются с аналогичными работами с ДНК из тимуса теленка, которые показали [8], что вязкость растворов ДНК с солями магния перестает меняться с добавлением в раствор двухвалентных ионов после заполнения всех возможных мест связывания на макромолекуле. Повышение концентрации $MgCl_2$ свыше $4x10^{-4}$ М не влияет на количество связанных в растворе ионов магния с ДНК. Самая высокая концентрация, взятая нами, на порядок ниже (т.е. $4x10^{-3}$ М).

Связывание ионов металлов с различными центрами на ДНК специфично и сильно зависит от природы иона. Если ионы щелочных (Na+, K+) и щелочноземельных (Mg^{2+}, Ca^{2+}) металлов взаимодействуют преимущественно с фосфатными группами ДНК, то ионы переходных металлов (Mn, Zn, Co, Ni, Cd, Cu, Ag, Hg) активно связываются также с основаниями. В образовании этих комплексов существенную роль играют молекулы воды, образующие гидратную оболочку иона и его комплекса [8].

Выводы. В ходе исследования процесса комплексообразования высокополимерной ДНК из молок лососевых с цис-платином и солями магния установлены рациональные соотношения ДНК : цис-ДДП и ДНК : хлорид магния. Соотношение ДНК : цис-ДДП 63:1 обеспечивает лучшее комплексообразование. В случае комплексов ДНК-хлорид магния это соотношение составляет 1:4.

По спектрам поглощения водных растворов с цис-платином можно сделать вывод о том, что регистрируемые изменения в спектре свидетельствуют о взаимодействии азотистых

оснований с ионами платины, образованию комплекса. Чем больше содержание цис-платина в растворе, тем больший гиперхромный эффект наблюдается.

Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшей работе по созданию ретардных форм препаратов различной функциональной направленности.

Список использованной литературы:

1. *Pozdnyakova Y.M., Pivnenko T.N.* Composition and propertys of high-polymer DNA from gonads of different species of hydrobionts. Journal of microbiology, biotechnology and food science. 2021. Vol. 11. № 3. P. 1-5. DOI: 10.15414/jmbfs.3082.
2. *Беседнова Н.Н., Ковалев Н.Н., Федянина Л.Н., Позднякова Ю.М., Крыжановский С.П., Запорожец Т.С.* Дезоксирибонуклеиновая кислота про- и эукариот: медицинские аспекты применения. Владивосток: Дальнаука, 2018. 256 с.
3. *Алямкина Е.А.* Влияние фрагментированной экзогенной ДНК на рост экспериментальных опухолей мыши и активацию антигенпрезентирующих дендритных клеток: автореф. дис. …канд. биол. наук: 03.03.04 / Екатерина Анатольевна Алямкина. Новосибирск, 2012. 20 с.
4. *Евдокимов Ю.М.* Наноконструкции на основе двухцепочечных нуклеиновых кислот возможности применения в биотехнологии и медицине // Альманах клинической медицины. 2006. № 12. С. 113.
5. *Пирогова А. Н.* Синтез, строение и свойства соединений коменовой кислоты с некоторыми щелочными и щелочноземельными элементами: дис. … канд. техн. наук: 02.00.01 / Анна Николаевна Пирогова. Краснодар, 2011. 112 с.
6. *Sankarganesh M., Jose P. A., Raja J. D., Kesavan M.P., Vadivel M., Rajesh J., Jeyamurugan R., Kumar R.S., Karthikeyan S.* New pyrimidine based ligand capped gold and platinum nano particles: Synthesis, characterization, antimicrobial, antioxidant, DNA interaction and in vitro anticancer activities // Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. 2017. Vol. 176. P. 44-53. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2017.09.013.
7. *Шалимов С.А., Волченскова И.И., Яценко Л.Д. и др.* Фазоспецифическое действие полиплатиллена // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії. 2007. № 7. С. 88-90.
8. *Касьяненко Н.А.* Конформационные изменения молекулы ДНК при ее взаимодействии с биологически активными соединениями в растворе: дис. … д-ра физ.-мат. наук: 02.00.06 / Нина Анатольевна Касьяненко. Санкт-Петербург, 2003. 274 с.
9. *Цахилова Е.Н., Габеева Ю.С., Парфейников С.А.* Анализ заболеваемости раком органов репродуктивной системы у женщин в республике Северная Осетия – Алания // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. 2014. Вып. 69. С. 479-482.
10. *Шунин Е.М., Трубицын Р.В., Рудаков О.С., Овсянников Н.И.* Магний: функции в организме человека, причины и проявления дефицита // Современные научные исследования и инновации. 2018. № 10 (90). С. 20. URL: https://web.snauka.ru/issues/2018/10/87832 (дата обращения: 05.09.2023).
11. *Гафуров Ю.М.* Дезоксирибонуклеазы: Методы исследования и свойства. Владивосток: Дальнаука, 1999. 230 с.
12. *Великов В.А.* Молекулярная биология. Практическое руководство. Саратов: Саратовский источник, 2012. 84 с.
13. *Чжан Ц.* Конформационные изменения молекулы ДНК при взаимодействии с координационными соединениями платины и серебра: дис. … канд. физ.-мат. наук: 02.00.06 / Чжан Цюши. Санкт-Петербург, 2015. 120 с.

References:

1. Pozdnyakova Y.M., Pivnenko T.N. Composition and propertys of high-polymer DNA from gonads of different species of hydrobionts. *Journal of microbiology, biotechnology and food*

science, 2021, vol. 11, no. 3, pp. 1-5. (In English). DOI: 10.15414/jmbfs.3082.
2. Besednova N.N., Kovalev N.N., Fedyanina L.N., Pozdnyakova Yu.M., Kryzhanovskij S.P., Zaporozhec T.S. *Dezoksiribonukleinovaya kislota pro- i eukariot: medicinskie aspekty primeneniya* [Deoxyribonucleic acid of pro- and eukaryotes: medical aspects of application]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 2018, 256 p. (In Russian).
3. Alyamkina E.A. *Vliyanie fragmentirovannoj ekzogennoj DNK na rost eksperimental'nyh opuholej myshi i aktivaciyu antigenprezentiruyushchih dendritnyh kletok. Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk* [Effect of fragmented exogenous DNA on the growth of experimental mouse tumors and activation of antigen-presenting dendritic cells. Cand. biol. sci. diss. abstr]. Novosibirsk, 2012, 20 p. (In Russian).
4. Evdokimov Yu.M. Nanokonstrukcii na osnove dvuhcepochechnyh nukleinovyh kislot vozmozhnosti primeneniya v biotekhnologii i medicine [Nanoconstructs based on double-stranded nucleic acids; possible application in biotechnology and medicine]. *Al'manah klinicheskoj mediciny* [Almanac of Clinical Medicine], 2006, no. 12, p. 113. (In Russian).
5. Pirogova A.N. *Sintez, stroenie i svojstva soedinenij komenovoj kisloty s nekotorymi shchelochnymi i shchelochnozemel'nymi elementami. Diss. kand. tekhn. nauk* [Synthesis, structure and properties of compounds of comenic acid with some alkali and alkaline earth elements. *Cand. engin. sci. diss.*]. Krasnodar, 2011, 112 p. (In Russian).
6. Sankarganesh M., Jose P.A., Raja J.D., Kesavan M.P., Vadivel M., Rajesh J., Jeyamurugan R., Kumar R.S., Karthikeyan S. New pyrimidine based ligand capped gold and platinum nano particles: Synthesis, characterization, antimicrobial, antioxidant, DNA interaction and in vitro anticancer activities. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 2017, vol. 176. pp. 44-53. (In English). DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2017.09.013.
7. Shalimov S.A., Volchenskova I.I., Yacenko L.D. et al. Fazospecificheskoe dejstvie poliplatillena [Phase-specific action of polyplatillene]. *Aktual'ni problemi suchasnoi medicini: Visnik ukranskoi medichnoi stomatologichnoi akademii* [Current problems of daily medicine: Bulletin of the Ukrainian Medical and Dental Academy], 2007, no. 7, pp. 88-90. (In Russian).
8. Kas'yanenko N.A. *Konformacionnye izmeneniya molekuly DNK pri ee vzaimodejstvii s biologicheski aktivnymi soedineniyami v rastvore: diss. dokt. fiz.-mat. nauk* [Conformational changes in the DNA molecule during its interaction with biologically active compounds in solution. Dr. phys.-math. sci. diss.]. St. Petersburg, 2003, 274 p. (In Russian).
9. Cahilova E.N., Gabeeva Yu.S., Parfejnikov S.A. Analiz zabolevaemosti rakom organov reproduktivnoj sistemy u zhenshchin v respublike Severnaya Osetiya –Alaniya [Analysis of the incidence of cancer of the reproductive system in women in the Republic of North Ossetia-Alania]. *Sbornik nauchnyh trudov «Razrabotka, issledovanie i marketing novoj farmacevticheskoj produkcii»* [Collection of scientific papers “Development, research and marketing of new pharmaceutical products”], 2014, issue 69, pp. 479-482. (In Russian).
10. Shunin E.M., Trubicyn R.V., Rudakov O.S., Ovsyannikov N.I. Magnij: funkcii v organizme cheloveka, prichiny i proyavleniya deficita [Magnesium: functions in the human body, causes and manifestations of deficiency], *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii* [Modern scientific research and innovation], 2018, no. 10 (90), p. 20. (In Russian). Available at: https://web.snauka.ru/issues/2018/10/87832 (accessed 05.09.2023).
11. Gafurov Yu. M. *Dezoksiribonukleazy: Metody issledovaniya i svojstva* [Deoxyribonucleases: Research methods and properties].Vladivostok, Dal'nauka Publ., 1999, 230 p. (In Russian).
12. Velikov V.A. *Molekulyarnaya biologiya. Prakticheskoe rukovodstvo* [Molecular biology. Practical guide]. Saratov, Saratovskij istochnik Publ., 2012, 84 p. (In Russian).
13. Chzhan C. *Konformacionnye izmeneniya molekuly DNK pri vzaimodejstvii s koordinacionnymi soedineniyami platiny i serebra. Diss. kand. fiz.-mat. nauk* [Conformational changes in the DNA molecule upon interaction with coordination compounds of platinum and silver. Cand. phys.-math. sci. diss.], St. Petersburg, 2015, 120 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Позднякова Юлия Михайловна	Директор НИИ инновационных биотехнологий Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52 Б pozdnyakova.julia@yandex.ru
Pozdnyakova Yuliya Mihajlovna	Director of the Research Institute of Innovative Biotechnologies Far Eastern State Technical Fisheries University 690087, Vladivostok, st. Lugovaya, 52 B pozdnyakova.julia@yandex.ru
Ковалев Николай Николаевич	Главный научный сотрудник НИИ инновационных биотехнологий Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52 Б kovalevnn61@yandex.ru
Kovalev Nickolay Nikolaevich	Chief researcher of the Research Institute of Innovative Biotechnologies Far Eastern State Technical Fisheries University 690087, Vladivostok, Lugovaya str., 52 B kovalevnn61@yandex.ru
Пивненко Татьяна Николаевна	Профессор кафедры «Пищевая биотехнология» Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52 Б tnpivnenko@mail.ru
Pivnenko Tatyana Nikolaevna	Professor of the Department of Food Biotechnology Far Eastern State Technical Fisheries University 690087, Vladivostok, Lugovaya str., 52 B tnpivnenko@mail.ru

УДК 637.5 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.016**

Смоленкова О.В., Новикова О.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАСТОЕВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. Рассмотрена возможность использования настоев лекарственных растений в производстве колбасных изделий. Изучали влияние настоев на функционально-технологические свойства колбасного фарша, органолептические, физико-химические и микробиологические показатели колбасного изделия. Настои шиповника и душицывводили взамен питьевой воды в количестве 25,0 % от массы мясного сырья на стадии куттерования. Установили, что использование настоев приводит к улучшению функционально-технологических показателей образцов фарша, положительно влияет на органолептические показатели и выход колбасного изделия, физико-химическиеи микробиологические показатели не превышали установленных норм. Показана целесообразность использования настоев шиповника и душицы при производстве колбасных изделий, что дает возможность расширить ассортимент вареных колбасных изделий, будет способствовать получению безопасного пищевого продукта с высокими потребительскими свойствами, а содержание витамина С в настоях приводит к формированию у готового колбасного изделия высоких вкусо-ароматических и цветовых характеристик, а также позволяет говорить об обогащении мясного продукта аскорбиновой кислотой.
Ключевые слова: настой шиповника, настой душицы, вареное колбасное изделие, функционально-технологические свойства, органолептическая оценка, физико-химические и микробиологические показатели, витамин С.

Smolenkova O.V., Novikova O.A.

THE USE OF INFUSIONS OF MEDICINAL PLANTSIN SAUSAGE PRODUCTION TECHNOLOGY

Abstract. The possibility of using infusions of medicinal plants in the production of sausage products is considered. The influence of infusions on the functional and technological properties of minced sausage, organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters of the sausage product were studied. Infusions of rosehip and oregano were introduced instead of drinking water in the amount of 25.0% of the mass of meat raw materials at the stage of cutting. It was found that the use of infusions leads to an improvement in the functional and technological parameters of minced meat samples, positively affects the organoleptic parameters and the yield of the sausage product, physico-chemical and microbiological indicators did not exceed the established norms. The expediency of using infusions of rosehip and oregano in the production of sausages is shown, which makes it possible to expand the range of cooked sausages, will contribute to obtaining a safe food product with high consumer properties, and the content of vitamin C in infusions leads to.
Keywords: rosehip infusion, oregano infusion, boiled sausage product, functional and technological properties, organoleptic evaluation, physico-chemical and microbiological indicators, vitamin C.

Введение. В современных условиях расширение ассортимента мясных продуктов с высокими потребительскими характеристиками и здоровыми свойствами стало одной из наиболее значимых задач. Ученые из России и других стран активно занимаются решением этой задачи путем добавления фитосырья и растительных экстрактов, богатых биологически активными веществами, в состав мясных продуктов. Поэтому на сегодняшний день поиск природных растительных ингредиентов, способных регулировать качество готовых пищевых продуктов и обогащать их полезными компонентами, является актуальной проблемой. Также важно выбрать оптимальный способ интеграции растительных экстрактов в состав мясных продуктов.

Использование растительных ингредиентов в производстве мясных продуктов обосновывается двумя причинами: увеличение выхода продукта и повышение спроса на продукты здорового питания. Растительное сырье чаще всего добавляют в жидком, полужидком или густом виде (настои, отвары, экстракты, концентраты и т.д.) и в виде сухих добавок или в нативном состоянии [1].

Становится все более актуальным представление на рынке новых пищевых продуктов, обогащенных разнообразными биологически активными веществами, которые называются функциональными. Концентрации функциональных ингредиентов, которые регулируют организм человека, близки к физиологическим, поэтому такие продукты можно употреблять в течение длительного времени. Кроме высокой пищевой ценности, эти продукты имеют выраженный физиологический эффект [2].

Повышенное внимание потребителей к своему здоровью стимулирует производство функциональных пищевых продуктов. Расширение ассортимента таких продуктов может осуществляться путем добавления лекарственного сырья с ценными природными компонентами натуральных красителей и консервантов, что позволяет повысить пищевую ценность и получить продукцию с лучшими органолептическими свойствами и длительным сроком годности [3].

Перспективными источниками растительного сырья при создании мясопродуктов являются настои из плодов шиповника и травяного сбора душицы.

Шиповник, по словам И.В. Мичурина, служит «яблоком» здоровья, которое способно лечить болезни и продлевать жизнь. Его плоды являются уникальным источником полезных витаминов, особенно витамина С и группы Р [4]. В среднем плоды шиповника содержат 650 мг% витамина С, накапливают от 500 до 4800 мг% витамина Р (цитрина), что больше, чем в плодах других ягодных культур. В плодах шиповника также содержатся дубильные вещества, катехины, лейкоантоцианы. Он является одним из лидеров по содержанию катехинов, которые присутствуют в количестве от 856 до 2727 мг%, превышая их содержание в других ягодах и фруктах. Высокое содержание катехинов придает шиповнику желчегонное действие, способствует накоплению аскорбиновой кислоты и гликогена в печени, повышая ее защитные функции [5].

Из-за содержания дубильных веществ шиповник применяется в качестве лечебного вяжущего средства при заболеваниях кишечника [6].

Достоинством шиповника является высокое содержание провитамина А – каротина (2,6 мг%). Помимо провитамина А, витаминов С, Р, $К_1$, $В_9$, плоды шиповника содержат также витамины $В_1$ (0,05 мг%), $В_2$ (0,07-0,6 мг%), Е (1,71-3 мг%) и РР. Потребление настоев шиповника позволяет компенсировать недостаток этих витаминов. Плоды шиповника содержат до 24% углеводов (моно- и дисахариды), что делает их энергетическим источником организма [4].

Шиповник также богат другими полезными веществами, такими как яблочная и лимонная кислоты (до 1,8 и 2 % соответственно), пектиновые и дубильные вещества (более 3 и 4 % соответственно), а также железо, кальций, калий, фосфор, магний, марганец, эфирное масло [5].

Шиповник является уникальным источником многих витаминов, углеводов, пектиновых веществ и микроэлементов, сочетающим полезные свойства и способствующим поддержанию здоровья.

Трава душицы обыкновенной является ценным лекарственным сырьем. Химический состав ее побегов включает эфирные масла (0,3-1,2 %), состоящие в основном из ароматических фенолов тимола (около 50 %) и карвакрола (около 20 %), а также содержащиеся сексвитерпены, свободные спирты, геранилацетат и другие ароматические соединения.

В составе травы растения обнаружены флавоноиды, жирные масла (около 28 %); дубильные, горькие и красящие вещества, аскорбиновая кислота, фитонциды, флавоноиды (кверцитин, лютеолин и их гликозиды), пигенин-7-глюкозид и виценин, фенолкарбоновые

кислоты (коричная, ванилиновая, сиреневая и др.), микроэлементы (молибден, кобальт, цинк и др.).

Душица является богатым источником витамина С, содержание которого составляет 565 мг% в листьях, около 170 мг% в цветках и около 60 мг% в стеблях [7].

В народной и традиционной медицине активно используется душица, благодаря ее бактерицидным и противовоспалительным свойствам. Настой из нее применяется для полоскания при простудных заболеваниях, заболеваниях дыхательных органов, ангине, сильном кашле и коклюше [8].

Душица также обладает спазмолитическими и болеутоляющими свойствами и применяется для лечения заболеваний пищеварительной системы, включая спазмы желудка, гастриты, боли в кишечнике, обострение язвенной болезни и язвы двенадцатиперстной кишки, заболевания желчного пузыря, колиты и энтероколиты. Она также повышает аппетит [9].

Таким образом, высокая фармацевтическая ценность лекарственного растительного сырья в виде шиповника и душицы обусловлена наличием комплекса биологически активных веществ, которые целесообразно использовать в пищевых технологиях.

Целью исследованияявляетсяизучение возможности использования настоев лекарственных растений в технологии производства колбасных изделий.

Материалы и методы исследования. Исследование, проведенное на кафедре технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Курского государственного аграрного университета имени И.И. Иванова, представляет результаты экспериментального обоснования использования настоев лекарственных растений в производстве вареных колбасных изделий. Предметом исследования являлись: колбаса вареная «Докторская» высшего сорта и настои лекарственных растений (шиповника и душицы).

Исследование включало три варианта опыта: первый вариант был контрольным, поскольку вареную колбасу вырабатывали по традиционной рецептуре с использованием ледяной воды во время куттерования мясного сырья, во втором варианте вместо ледяной воды вводили настой плодов шиповника, а в третьем – настой травяного сбора душицы. Во всех вариантах опыта вода и настои добавлялись в количестве 25,0% от массы мясного сырья.

За основу была взята рецептура вареной колбасы «Докторская» высшего сорта, указанная в рецептурном сборнике «Колбасы и мясокопчености», составитель А.Г. Конников (1983. С. 36) [10].

Из функционально-технологических свойств колбасного фарша определяли массовую долю влаги путем высушивания в сушильном шкафу пробы с песком при 150±2°С в течение 1 ч, влагосвязывающую способность методом прессования, влагоудерживающую способность по разности между содержанием влаги в фарше и количеством влаги, отделившейся в процессе термической обработки и влаговыделяющую способность как разность общей массовой доли влаги в навеске и влагоудерживающей способности. Сенсорную оценку образцов колбасы проводилипо внешнему виду, запаху/аромату, вкусу, консистенции, цвету и виду на разрезе. Также проводили дегустационную оценку по 9-ти балльной шкале. Физико-химические показатели вареных колбасных изделий (определение влаги, соли, белка и жира) определяли согласно стандартным методикам. Количественное содержание витамина С определяли методом титрования. Выход готовых изделий определяли расчетными методами, установленными в колбасном производстве. Микробиологические показатели колбасных изделий определяли путем высева на питательные среды.

Результаты исследования и их обсуждение. В своих исследованиях для производства образцов колбасы использовали мясо говяжье высшего сорта, свинину нежирную, свинину жирную, которые были получены от здоровых животных и признаны ветеринарно-санитарной службой пригодными для употребления в пищу.

Вода питьевая соответствовала бактериологическим и органолептическим показателям питьевой воды (ГОСТ Р 51232, СанПиН 2.1.4.1074-01).

Использовали плоды шиповника торговой марки ООО «Фито-бот». Они соответствовали требованиям ГОСТ 1994-93. Плоды шиповника цельные, очищенные от чашелистиков и

плодоножек, стенки плодов твердые, наружная поверхность блестящая; цвет – буровато-красный, запах свойственный, без постороннего запаха. Массовая доля аскорбиновой кислоты не менее 0,2% (рис. 1).

Рисунок 1 –Плоды шиповника

Использовали травяной сбор душицы фирмы ООО «ФармаЦвет». Он соответствовал требованиям ГОСТ 21908-93. Сбор душицы состоял из измельченных кусочков стеблей, листьев и соцветий различной формы; цвет зеленый и пурпурный, запах ароматный, свойственный, без постороннего запаха. Массовая доля аскорбиновой кислоты не менее 0,02% (рис. 2).

Рисунок 2 – Травяной сбор душицы

Соль поваренная пищевая соответствовала требованиям ГОСТ Р 51574-2000: 1-го сорта, помола № 2, без постороннего запаха. Соль нитритная соответствовала требованиям ГОСТ 32781-2014: белого цвета, в виде кристаллического порошка, без постороннего запаха.

Сахар соответствовал требованиям ГОСТ 33222-2015: белого цвета, однородный по консистенции, без залежавшихся комков и посторонних примесей, сладкий на вкус.

В качестве специй использовали кардамон, который соответствовал требованиям ГОСТ 29052-91: имел порошкообразный вид, светло-зеленый цвет, аромат свойственный кардамону: пряный, острый, без посторонних запахов.

При выработке вареной колбасы «Докторская» использовали натуральную свинину череву калибром 34/36 с фаршеемкостью 0,52-0,57 кг/м, которая была консервирована сухой солью, обработанную по ТУ 10.02.01.147.

В процессе исследования нами была разработана рецептура образцов вареной колбасы с заменой в двух вариантах опыта питьевой воды, используемой во время куттерования, на настои из плодов шиповника и травяного сбора душицы в количестве 25,0%.

Выработку исследуемых образцов колбасы производили, используя следующие этапы технологического процесса: входной контроль, подготовку сырья и материалов; измельчение

мяса; посол; вторичное измельчение; приготовление фарша; формование (шприцевание, вязка, штриховка); осадку; термическую обработку (обжарку, варку); охлаждение.

Для выработки исследуемых образцов колбасных изделий второго и третьего вариантов опыта предварительно подготавливали настои лекарственных растений (рис. 3).

а *б*

Рисунок 3 – Настои плодов шиповника (*а*) и травяного сбора душицы (*б*)

Для приготовления настоя из плодов шиповника взвешивали 10 г плодов и помещали их в эмалированную посуду, затем добавляли кипяченую воду объемом 200 мл, закрывали крышкой и нагревали на кипящей водяной бане в течение 15 минут, после охлаждали при комнатной температуре 45 минут и процеживали. Оставшееся сырье отжимали, а объем полученного настоя доводили кипяченой водой до 300 мл.

Настой из травяного сбора душицы готовили следующим образом: взвешивали 6,0 г травы и помещали в эмалированную посуду, затем добавляли кипяток в объеме 200 мл, накрывали крышкой и настаивали 15 минут, после – процеживали. Объем полученного настоя доводили кипяченой водой до 300 мл.

Говяжье мясо освобождала от остатков соединительной ткани, нарезали на мелкие куски. Из нежирной и жирной свинины удаляли жировые отложения, хрящи и соединительную ткань, также нарезали на мелкие куски. Подготовленное таким образом мясное сырье взвешивали по нормам рецептуры и отправляли на измельчение.

Предварительно говядину и свинину нарезали кусками массой 400-500 г. Далее производили измельчение, используя волчок, у которого решетка имела диаметр отверстий 16-20 мм, с целью получения крупнозернистого фарша – шрота. Измельченное мясо солили сухой поваренной пищевой и нитритной солью в количестве, представленной в рецептуре, также добавляли сахар по рецептуре. Длительность перемешивания составляла 10 минут до равномерного распределения добавленных ингредиентов. Далее полученный фарш с целью созревания выдерживали 72 ч при 3-4°С. Жирную свинину предварительно не засаливали и в дальнейшем применяли в свежем виде. Поскольку мясо подвергалось перед посолом грубому измельчению, то его вторично измельчили, используя волчок, у которого решетка имела диаметр отверстий 2-3 мм.

Далее производили операцию по составлению фарша, используя куттер. Операция происходила в две стадии: первая стадия – при 6-8°С; вторая стадия – при 12 °С. При куттеровании вводили говядину и нежирную свинину, добавляли половину ледяной воды/настоя и молотый кардамон в соответствии с рецептурой. По достижении фаршем 3 °С добавляли 1/4 часть ледяной воды/настоя и жирную свинину, далее куттеровали до температуры фарша 7 °С. Затем вносили оставшуюся 1/4 часть ледяной воды/настоя и продолжали куттеровать до температуры фарша 12 °С. Весь процесс составил 12 минут.

Наполнение оболочек фаршем производили специальным набивочным устройством – шприцом. Батоны с двух сторон обвязывали шпагатом. После этого штриковали для удаления воздуха. Далее оставляли готовые батоны на осадку в течение 3 ч при температуре от 2

до 4 °С. После осадки проводили обжарку в течение 15 минут при 90 °С. Конец обжарки определяли по покраснению поверхности батона и по достижению температуры внутри батона 45 °С. Процесс варки осуществляли в течение 1 ч при 60°С, затем температуру повышали до 85 °С и варили до достижения температуры в центре батона 71 °С. После варки батоны колбасы охлаждали в два этапа: сначала до температуры в центре батона 23-24 °С под проточной холодной водой, потом охлаждение продолжали при 4°С в камере охлаждения до достижения в центре батона 10 °С.

Далее мы представим результаты исследований функционально-технологических показателей колбасного фарша. Мы изучали содержание влаги, влагосвязывающую, влагоудерживающую и влаговыделяющую способности (табл.1).

Таблица 1 – Функционально-технологические показатели образцов колбасного фарша

Показатель	Варианты опыта		
	1 – контроль	2 (с настоем шиповника)	3 (с настоем душицы)
Массовая доля влаги, %	70,2	67,6	69,0
Влагосвязывающая способность, %	81,7	85,2	83,9
Влагоудерживающая способность, %	40,2	49,1	45,5
Влаговыделяющая способность, %	30,0	18,5	23,5

Изучение функционально-технологических показателей колбасного фарша показало, что введение настоев плодов шиповника привело к увеличению влагосвязывающей и влагоудерживающей способности, соответственно на 3,5 и 8,9% по сравнению с контролем, а введение в фарш настоя травяного сбора душицы – на 2,2 и 5,3%. Наибольшей массовой долей влаги обладал фарш контрольной группы. Было отмечено уменьшение массовой доли влаги в фарше с добавлением настоя плодов шиповника на 2,6%, а в фарше с настоем травяного сбора душицы на 1,2 %. Что касается влаговыделяющей способности, то данный показатель имел наибольшее значение в контрольной группе и составил 30%. Данный показатель в фарше с применением настояплодов шиповника был меньше на 11,5%, а с применением настоятравяного сбора душицы на 6,5%.

В результате исследования установлено, что добавление в вареные колбасные изделия настоев шиповника и душицы увеличивает их влагосвязывающую и влагоудерживающую способности благодаря увеличению свободных гидрофильных групп, которые связывают и удерживают молекулы воды.

Таким образом, проведенные нами исследования показывают, что введение в фарш настоев лекарственных растений приводит к улучшению функционально-технологических показателей исследуемых образцов фарша.

Сенсорная оценка образцов колбасных изделий включала определение внешнего вида, цвета и вида на разрезе, консистенции, запаха и вкуса (табл. 2).

Таблица 2 – Сенсорная оценка образцов вареной колбасы

Показатель	Варианты опыта		
	1 – контроль	2 (с настоем шиповника)	3 (с настоем душицы)
Внешнийвид	поверхность батонов сухая и чистая, оболочка не повреждена		
Цвет на разрезе	светло-розовый	розовый	бледно-розовый
Видна разрезе	равномерно перемешанный фарш, однородный, наличие мелких пор размером до 0,5 мм		
Консистенция	упругая, сочная	упругая, более сочная	упругая, сочная, нежная
Запах	свойственный, без посторонних запахов	свойственный, без посторон-нихзапахов	свойственный, с легким запахом душицы
Вкус	свойственный, в меру соленый	свойственный, более приятный, с ноткой копчености, в меру соленый	свойственный, в меру соленый, с легким послевкусием душицы

При анализе полученных данных (табл. 2) было установлено, что введенные настои растений привели к изменению вкуса и запаха, консистенции, а также цвету на разрезе готового продукта. Для образцов с использованием настоя душицы отмечено менее интенсивное протекание реакции цветового образования, которое изменило цвет колбасных изделий, он стал бледно-розовым. Тогда как в образце с добавлением настоя шиповника цвет, наоборот, стал более интенсивным, то есть колбасное изделие на разрезе приобрело розовый цвет, что, скорее всего, можно связать с наличием в настое шиповника каратиноидных пигментов.

В образцах колбасных изделий нами была отмечена мелкая пористость (размер пор до 0,5 мм), что по нормативно-технической документации допускается, поскольку процесс набивки колбасного фарша в оболочку осуществлялся с использованием ручного колбасного шприца, с помощью которого невозможно достаточно плотно набить колбасные оболочки с максимальным удалением воздуха в сравнении с пневматическими шприцами (рис. 4).

Рисунок 4 – Образцы исследуемых образцов колбасных изделий

В запахе и вкусе исследуемых образцов вареной колбасы с добавлением настоя душицы были отмечены легкие нотки добавленной травы, а консистенция приобрела нежность, что, возможно, связано с наличием эфирных масел в настое душицы. Включение настоя плодов шиповника привело к появлению в образце колбасного изделия приятного вкуса с ноткой копчености и более сочной консистенции. Появление нотки копчености во вкусе можно объяснить наличием дубильных веществ в плодах шиповника.

Органолептические показатели исследуемых образцов вареной колбасы оценивали по 9-ти балльной шкале. Установили, что наивысшие баллы по всем исследуемым параметрам принадлежат второму образцу колбасы с настоем шиповника, со вторым результатом был контрольный вариант, наименьший балл получил третий вариант опыта с добавлением настоя душицы.

Первый вариант опыта получил среднюю оценку в 7,2 балла, дегустаторы оценили высшим баллом (7,6) вкус колбасного изделия, снижение баллов произошло за счет консистенции и сочности данного образца колбасы. Второй вариант опыта (колбаса с добавлением настоя шиповника) получил среднюю оценку в 7,3 балла, дегустаторы оценили высшим баллом (7,8) вкус и сочность колбасного изделия, снижение баллов произошло за счет цвета колбасы на разрезе. Третий вариант опыты (колбаса с добавлением настоя душицы) получил среднюю оценку в 6,6 балла, дегустаторы оценили высшим баллом (7,6) консистенцию колбасного изделия, снижение баллов произошло за счет цвета колбасы на разрезе, а также за легкое послевкусие душицы.

Таким образом, использование настоев лекарственных растений улучшило показатели сенсорной оценки колбасного изделия.

Из физико-химических показателей готового продукта изучали содержание влаги, белка, жира, соли и витамина С (табл. 3).

Анализ данных таблицы 3 свидетельствует, что введение настоев шиповника и душицы в рецептуру вареной колбасы незначительно отразилось на физико-химических показателях, массовая доля влаги, соли, жира и белка не превышало установленных норм.

Таблица 3 – Физико-химические показатели образцов вареной колбасы

Показатель	Требуемаянорма	Варианты опыта		
		1 – контроль	2	3
Влага, %	55,0-75,0	66,4	65,4	65,2
Поваренная соль, %	не более 2,1	2,00	2,02	2,01
Жир, %	не более 20,0	19,26	19,30	19,25
Белок, %	не менее 12,0	18,41	18,48	18,44
Витамин С, мг%	50,0-100,0	-	9,6	3,9

Содержание витамина С имеет наибольшее значение во втором варианте опыта с настоем шиповника (9,6 мг%). Уменьшение массовой доли витамина С в сборе душицы отмечено на 5,7 мг%. Употребление 100 г такого колбасного изделия может покрыть 9,6-19,2% (с настоем шиповника) или 3,9-7,8% (с настоем травяного сбора душицы) от суточной потребности в витамине С, которая составляет в среднем 50,0-100,0 мг%.

В заключение можно отметить, что все физико-химические показатели находятся в пределах нормы, а содержание аскорбиновой кислоты в колбасных изделиях с настоем шиповника и душицы обогатило их пищевую ценность.

Далее определяли выход готовых мясопродуктов. Наибольший выход был получен во втором варианте опыта, где питьевая вода была заменена на настой шиповника, он был равен 92,1%. В контроле был отмечен самый низкий выход – 88,1%. Промежуточное положение занимал третий образец с настоем душицы – 90,7%. При использовании настоев лекарственных трав отмечается увеличение выхода колбасного изделия на 4,0-2,6%, что можно объяснить большей влагоудерживающей способностью настоя шиповника и душицы.

Таким образом, включение в рецептуру исследуемых образцов вареной колбасы настоев лекарственных растений положительно отразилось на выходе колбасного изделия.

Микробиологическое исследование исследуемых образцов колбасы проводили на наличие мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, бактерий группы кишечной палочки, патогенных микроорганизмов. Микробиологические исследования образцов вареных колбасных изделий с настоями лекарственных растений не показали превышения норм по общему количеству микроорганизмов и их видовому составу, регламентированных требованиями ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции».

Выводы. Введение настоя плодов шиповника и травяного сбора душицы привело к увеличению влагосвязывающей, влагоудерживающей способности колбасного фарша и выхода готовой продукции, а также к изменению вкуса, запаха, консистенции, цвета на разрезе колбасы. Наивысшие баллы по всем исследуемым параметрам получил второй образец. Использованиенастоев незначительно отразилось на физико-химических показателях, их значение не превышало установленных норм. Настои шиповника и душицы обогатили колбасное изделие витамином С. Микробиологические исследования образцов вареных колбасных изделий с настоями лекарственных растений не показали превышения норм по общему количеству микроорганизмов и их видовому составу.

Список использованной литературы:

1. *Забалуева Ю.Ю., Баженова Б.А.* Получение биологически активной пищевой добавки для мясных продуктов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2015. № 4. С. 75-82.
2. *Золотухина И.А., Жильцов Д.А., Смоленкова О.В.* Анализ производства крафтовых колбасных изделий функционального назначения // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Курск, 15 ноября 2022 года). Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2023. Часть 1. С. 285-292.
3. *Дубцова Г.Н., Кусова И.У., Куницына И.К.* Оценка биологически активных веществ сухого экстракта шиповника // Пищевая промышленность. 2018. № 5. С. 32-34.

4. *Зимина Е.В.* «Яблоко» здоровья // Экология и безопасность жизнедеятельности. 2014. № 1. С. 4-9.
5. *Коновалов С.А., Чернопольская Н.Л.* Технология молочных продуктов для геродиетического питания: учебное пособие. Омск: Лань, 2017. 220 с.
6. *Ториков В.Е., Мешков И.И.* Культивируемые и дикорастущие лекарственные растения: монография. СПб.: Лань, 2022. 272 с.
7. *Абрамчук А.В., Карпухин М.Ю., Сапарклычева С.Е.* Влияние физиологически активных веществ на эффективность возделывания душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) // Аграрный вестник Урала. 2018. № 8. С. 4-9.
8. *Пушмина В.В., Пушмина И.Н., Первышина Г.Г., Захарова Л.М.* Обоснование выбора растительного сырья и форм его переработки для обогащения пищевых продуктов // Известия Дальневосточного федерального университета. 2017. № 3. С. 137-149.
9. *Рязанова О.А., Бакайтис В.И., Николаева М.А.* Атлас аннотированный. Продукты растительного происхождения: учебное пособие. СПб.: Лань, 2020. 556 с.
10. *Конников А.Г.* Колбасы и мясокопчености. М.: Пищепромиздат, 1983. 36с.

References:

1. Zabalueva Yu.Yu., Bazhenova B.A. Poluchenie biologicheski aktivnoj pishhevoj dobavki dlya myasny`x produktov [Obtaining a biologically active food additive for meat products]. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya ximiya i biotexnologiya* [News of universities. Applied Chemistry and Biotechnology], 2015, no. 4, pp. 75-82. (In Russian).
2. Zolotuxina I.A., Zhil`czov D.A., Smolenkova O.V. Analiza proizvodstva kraftovy`x kolbasny`x izdelij funkcional`nogo naznacheniya [Analysis of the production of functional craft sausage products]. *Materialy 3 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyx uchenyx «Molodezhnaya nauka – razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa»* [Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference of Students, postgraduates and Young Scientists “Youth science – development of the agro-industrial complex”]. Kursk, Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov Publ., 2023, part 1, pp. 285-292. (In Russian).
3. Dubczova G.N., Kusova I.U., Kunicyna I.K. Ocenka biologicheski aktivnyx veshhestv suxogo ekstrakta shipovnika [Evaluation of biologically active substances of dry rosehip extract]. *Pishhevaya promyshlennost`* [Food industry], 2018, no. 5, pp. 32-34. (In Russian).
4. Zimina E.V. «Yabloko» zdorovya [The “Apple” of health]. *Ekologiya i bezopasnost` zhiznedeyatel`nosti* [Ecology and life safety], 2014, no. 1, pp. 4-9. (In Russian).
5. Konovalov S.A., Chernopol`skaya N.L. Texnologiya molochnyx produktov dlya gerodieticheskogo pitaniya [Technology of dairy products for herodietic nutrition]. Omsk, Lan’ Publ., 2017, 220 p. (In Russian).
6. Torikov V.E., Meshkov I.I. Kul`tiviruemy`e i dikorastushhie lekarstvenny`e rasteniya [Cultivated and wild medicinal plants]. St. Petersburg, Lan’ Publ., 2022, 272 p. (In Russian).
7. Abramchuk A.V., Karpuxin M.Yu., Saparkly`cheva S.E. Vliyanie fiziologicheski aktivnyx veshhestv na effektivnost` vozdelyvaniya dushicy obyknovennoj (Origanum vulgare L.) [The effect of physiologically active substances on the efficiency of cultivation of oregano (Origanum vulgare L.)]. *Agrarnyj vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2018, no. 8, pp. 4-9. (In Russian).
8. Pushmina V.V., Pushmina I.N., Pervyshina G.G., Zaxarova L.M. Obosnovanie vybora rastitel`nogo syr`ya i form ego pererabotki dlya obogashheniya pishhevyx produktov [Justification of the choice of plant raw materials and forms of its processing for food enrichment]. *Izvestiya Dal`nevostochnogo federal`nogo universiteta* [Proceedings of the Far Eastern Federal University], 2017, no. 3, pp. 137-149. (In Russian).
9. Ryazanova O.A., Bakajtis V.I., Nikolaeva M.A. Atlas annotirovannyj. Produkty rastitel`nogo proisxozhdeniya [The atlas is annotated. Products of plant origin]. St. Petersburg, Lan’ Publ.,

2020, 556 p. (In Russian).
10. Konnikov A.G. Kolbasy i myasokopchenosti [Sausages and smoked meats]. Moscow, Pishchepromizdat Publ., 1983, 36 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Смоленкова Ольга Викторовна	канд. биол. наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова 305021, Россия, г. Курск, ул. Карла Маркса, 70 olga.aminina@mail.ru
Smolenkova Olga Viktorovna	Ph.D. (Biol.), Associate Professor of the Department of Technology of production and processing of agricultural products Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov 305021, Russia, Kursk, Karl Marx str., 70 olga.aminina@mail.ru
Новикова Оксана Анатольевна	канд. с.-х.. наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова 305021, Россия, г. Курск, ул. Карла Маркса, 70 oksana.no2011@yandex.ru
Novikova Oksana Anatolyevna	Ph.D. (Agricult.), Associate Professor of the Department of Technology of production and processing of agricultural products Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov 305021, Russia, Kursk, Karl Marx str., 70 oksana.no2011@yandex.ru

УДК 663.813:634.31 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.017**

Соколов А.С., Севаторов Н.Н., Яшонков А.А.

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОТХОДОВ ЦИТРУСОВЫХ В ПИЩЕВЫХ ЦЕЛЯХ

Аннотация. Цитрусовые являются одной из основных плодовых культур в мире. В настоящее время ежегодное мировое производство цитрусовых оценивается более чем в 105 миллионов тонн, причем более половины из них приходится на апельсины. Около трети производимых цитрусовых идет на переработку, и более 80 процентов из них идет на производство апельсинового сока. Производство и переработка цитрусовых являются второй по величине отраслью по переработке фруктов. Ежегодно во всем мире в результате производства цитрусовых образуется огромное количество сельскохозяйственных отходов. Отходы этих производств, могут представлять большую питательную и экономическую ценность благодаря своему химическому составу из-за обилия в них разнообразных функциональных соединений. Технические мероприятия по утилизации и повторному использованию производимых отраслью отходов являются обязательными для снижения воздействия на окружающую среду, соответствуют парадигме экономики замкнутого цикла, способствуют сокращению отходов функциональных соединений и получению продуктов с добавленной стоимостью Настоящий обзор охватывает последние работы, проделанные в области. комплексной утилизации отходов переработки цитрусовых как потенциального источника сырья в продуктах питания.
Ключевые слова: апельсиновый сок, отходы переработки, биологически активные соединения, пектин, эфирное масло, полифенольные флавоноиды, каротиноиды, пищевые волокна.

Sokolov A.S., Sevatorov N.N., Yashonkov A.A.

REVIEW OF RESEARCH ON THE USE OF CITRUS WASTE FOR FOOD PURPOSES

Abstract. Citrus fruits are one of the main fruit crops in the world. Currently, the annual world production of citrus fruits is estimated at more than 105 million tons, with more than half of them being oranges. About a third of the citrus fruits produced are processed, and more than 80 percent of them go to the production of orange juice. Citrus production and processing is the second largest fruit processing industry. Citrus production generates huge amounts of agricultural waste every year around the world. Wastes from these industries can be of great nutritional and economic value due to their chemical composition due to the abundance of various functional compounds in them. Technical measures for the recycling and reuse of waste produced by the industry are mandatory to reduce environmental impact, comply with the circular economy paradigm, contribute to the reduction of waste of functional compounds and the production of value-added products. This review covers recent work done in the field. complex recycling of citrus processing waste as a potential source of raw materials in food products.
Keywords: orange juice, processing waste, biologically active compounds, pectin, essential oil, polyphenolic flavonoids, carotenoids, dietary fiber.

Введение. Цитрусовые выращиваются во всем мире. По данным ФАО [1], в мире насчитывается 140 стран-производителей цитрусовых. Около 70 процентов всего мирового производства цитрусовых выращивается в северном полушарии, в частности в Бразилии, странах Средиземноморья и Соединенных Штатах. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН , мировое производство всех цитрусовых в 2020 году составило 144 миллиона метрических тонн, причем около половины этого производства приходится на апельсины [2]. В международной торговле фруктами цитрусовые являются крупнейшими с точки зрения финансовой ценности [3].

Рынок свежих апельсинов Российской Федерации так же показывает стабильную тенденцию наращивания объемности рынка в оценке стоимостных индикаторов. Если в оценке физических величин объем рынка свежих апельсинов показал увеличение более чем на 4%, то по стоимостным индикаторам объем рынка свежих апельсинов увеличился на 1,6 миллиардов рублей и достиг максимальных значений за последние 5 лет [4]. Импорт товаров «Цитрусовые плоды, свежие или сушеные» в России в 2021 году составил 1,26 млрд долларов. В стоимостном выражении рост поставок цитрусовых в России по сравнению 2020 годом составил 1,46 %.

Цитрусовые попадают в категорию тех коммерчески выращиваемых культур, которые представляют собой отличный источник фитохимических и биологически активных соединений, обладающих оздоровительными свойствами. Следствием переработки цитрусовых является образование большого количества отходов, которые либо скармливаются животным, либо утилизируются, тем самым увеличивая нагрузку на окружающую среду. Однако из-за богатого содержания ценных соединений отходы цитрусовых, таких как кожура (флаведо и альбедо), семена и жмых являются мощными биоресурсными материалами, имеющими большие перспективы для реализации различных целей в пищевой и непищевой отраслях. Биологически активные соединения, присутствующие в цитрусовых отходах, можно использовать в качестве пищевых добавок, наночастиц, пребиотиков, источников пектина, эфирных масел, полифенолов, каротиноидов и пищевых волокон. Их также можно использовать в качестве натурального ингредиента в косметических и лекарственных препаратах, при производстве упаковочных материалов и синтетического топлива. К другим вариантам непищевого использования отходов цитрусовых можно отнести применение их в качестве биоабсорбентов, биоудобрений, биодизеля, биогаза и биоэтанола. Независимо от вышесказанного, наличие большого количества отходов переработки цитрусовых наряду с другими видами отходов сопряжено с экологическим риском Учитывая этот риск, некоторые стратегии их переработки были разработаны для уменьшения возможных побочных эффектов.

Цель данных исследований – в сжатой форме рассмотреть большинство возможных эффективных и экономичных способов валоризации цитрусовых отходов в пищевой и непищевой отраслях.

Материалы и методы исследования. Цитрусовые, происходящие из семейства рутовых, апельсин (Citrus sinensis), мандарин (Citrus reticulate), лимон (Citrus limon), лайм (Citrus aurantiifolia), и грейпфрут (Citrus paradisi) являются широко культивируемыми и коммерчески важными выращиваемых сельскохозяйственными культурами во всем мире. Цитрусовые обогащены многочисленными фитохимическими и биологически активными компонентами, обладающими полезными для здоровья свойствами. Кроме того, они являются богатыми источниками витамина С, фолиевой кислоты, калия и пектина [5, 6]. Цитрусовые характеризуются высоким содержанием полифенолов таких как флавоноиды и антиоксиданты. Флаваноны, такие как нарингин и гесперидин, обладающие многочисленными терапевтическими преимуществами благодаря их антиоксидантным, противовоспалительным и антиканцерогенным свойствам содержатся в тканях и кожуре цитрусовых [7]. Цитрусовые повсеместно продаются и потребляются в свежем виде даже в регионах, в которых они не культивируются. Это связано с высокой стабильностью цитрусовых, как во время послеуборочной обработки, так и в процессе длительного хранения. Это свойство цитрусовых способствует международной торговле именно свежими плодами, и как следствие, появлению предприятий, перерабатывающих цитрусовые в соки, джемы, желе, мармелады и пр. В качестве основного метода исследования использован литературно-аналитический метод, в рамках которого проанализированы опубликованные отечественные и зарубежные материалы, имеющие отношение к изучаемой проблеме.

Результаты исследования и их обсуждение. Широкомасштабное использование цитрусовых началось с предприятий по производству фруктовых соков, основанных в Северной Америке в XX веке [8]. Из общего количества выращенных в мире цитрусовых

около 18 % используются для промышленного производства сока [2]. Цитрусовые также перерабатываются в консервной промышленности для приготовления мармелада, долек мандарина, а также для извлечения биоактивных эфирных масел и флавоноидных соединений [9]. По мере возрастания интереса к использованию цитрусовых, относительное количество отходов также растет, что приводит к увеличению нагрузки на окружающую среду [10]. Производство цитрусового сока приводит к генерации отходов, которые составляют практически 50 % массы свежих плодов. К таким отходам относятся кожура (50-55 % от общей массы плодов), семена (20–40 % от общей массы плодов), выжимки и сточные воды. Цитрусовые сточные воды содержат куски испорченных плодов, семян, мякоти и кожуры. Глобальная переработка цитрусовых создаёт серьезную экологическую проблему производя около 10 миллионов тонн отходов каждый год [11]. Большое количество и скоропортящийся характер побочных продуктов цитрусовых относят их к категории проблематичных отходов. Цитрусовая кожура, содержащая около 80 % воды, быстро гниет, плесневеет, продуцирует микотоксины, привлекает насекомых и т. д. Поэтому использование кожуры цитрусовых предполагает особый подход и применение технологических операций, что требует значительных инвестиций, так как несанкционированная утилизация приводит к загрязнению почвы и воды, дальнейшее разрушение водной экосистемы [11]. И наоборот, отходы цитрусовых, а именно кожура (флаведо и альбедо), семена, и выжимки рассматриваются как потенциальный биоресурсный материал для нескольких целей. Из-за наличия биологически активных соединений в отходах переработки цитрусовых, они имеют значительную ценность как потенциальный источник компонентов с высокой добавочной стоимостью. Кроме того, различные компоненты цитрусовых отходов могут широко использоваться в пищевой промышленности в качестве добавок. при приготовлении цукатов для кондитерского/хлебопекарного производств или в качестве источника пектина, красителя или ароматических соединений. Также отходы цитрусовых находят применение в фармацевтическом секторе. Непищевое использование отходов цитрусовых включает их использование в качестве субстрата для производства биоадсорбентов, биотоплива, биоудобрений, упаковочных материалов и активированного угля [12]. Более того, благодаря наличию ценных соединений, таких как эфирные масла и уникальный аромат способствуют широкому применению их в косметических продуктах [13]. Более эффективное использование отходов цитрусовых за счет их использования в пищевой и непищевой отраслях является путем к сохранению энергии, времени и ресурсов, ведущим к устойчивости экономики замкнутого цикла.

Благодаря ценным функциональным компонентам, присутствующим в цитрусовых отходах и с возрастанием экологического беспокойства по поводу валоризации отходов исследователи всего мира предлагают различные пути использования отходов цитрусовых сводя к минимуму ущерб окружающей среде, вызванный неправильной их утилизацией. Естественно, различные компоненты цитрусовых отходов соответственно требуют применения различных специализированных технологий и процессов, поэтому далее будем рассматривать отдельные составляющие отходов цитрусовых и соответствующие технологии и процессы их переработки.

Кожура цитрусовых. При приготовлении сока из цитрусовых около 30-34 % кожуры цитрусовых становятся первичными отходами [5]. Кожура цитрусовых содержит множество фитохимических и биоактивных компонентов, например, полифенолы-флавоноиды (полиметоксилированные флавоны-гесперидин, нарингин, нобилетин, тангеретин), эфирные масла (D-лимонен), пигменты (каротиноиды), углеводы (пектин, целлюлоза, гемицеллюлоза и пищевые волокна), ароматизирующие соединения и пигменты [14, 15]. Являясь мощным источником фитохимических веществ, кожура цитрусовых используется в пищевых продуктах, напитках, парфюмерии, лекарствах и косметике. В многочисленных исследованиях сообщалось об использовании кожуры цитрусовых через восстановление биоактивных соединений и обогащение ими функциональных пищевых продуктов. Многие исследователи работают в направлении разработки инновационных, экономичных и

действенных методов переработки цитрусовой кожуры в продукты, являющиеся источником биологически активных соединений. Процессы экстрагирования, применяемые для этих целей, представляют определенный интерес для научного сообщества [16]. Экстрагирование, и идентификация выделенных компонентов из отходов являются фундаментальными шагами к восстановлению биоактивных соединений. Следует принять соответствующие меры для обеспечения того, чтобы потенциальные биологически активные компоненты не разрушались, и не искажались в процессе экстрагирования. Кроме того, выбор растворителя должен основываться на понимании природы биоактивного соединения, на которое делается упор. Для экстракции водорастворимых соединений используются полярные растворители, например, метанол, этанол или этилацетат, а для жирорастворимых соединений, дихлорметан или смесь дихлорметана/метанола в соотношении 1:1 [17]. Кроме того, необходимо проверять пригодность метода экстрагирования, используемого для извлечения конкретных биологически активных соединений. За счет повышения производительности, минимального или нулевого использования органических растворителей, меньших затрат времени, энергии и других ресурсов, использование стратегий «зеленой» экстракции приобрело большое значение [18]. В последнее время был проведен ряд исследований комплексного повышения ценности кожуры цитрусовых для восстановления биоактивных соединений с использованием методов «зеленой» экстракции. «Зеленые» методы, а именно, экстрагирование с помощью микроволн, с помощью ультразвука, сверхкритическая экстракция водой/CO_2, экстракция импульсным электрическим полем, экстракция высоким давлением и высоковольтным электрическим разрядом — вот некоторые из потенциально применимых методов извлечения биоактивных соединений, а именно, полифенолов, пектина, эфирных масел, пищевых волокон, каротиноидов и т. д. из отходов кожуры цитрусовых [19].

Полифенолы. Ряд полифенолов обнаружен в различных сортах цитрусовых. Флавоноиды, а именно флавонолы, флавононы, флавоны, изофлавоны и антоцианидины являются основными фенольными соединениями, присутствующими в кожуре цитрусовых. Многочисленные исследования посвящены разработке и применению методов «зеленой» экстракции используемых для извлечения фенолов из цедры цитрусовых и их сравнению с традиционными методами. Так авторы исследования [20] провели экстракцию фенолов из кожуры цитрусовых, сравнив при этом экстракцию с помощью ультразвука и экстракцию с помощью микроволн. Результаты исследований показали, что максимальный выход фенолов 26,52% был получен при применении ультразвука, что оказалось в 1,77 раза выше по сравнению экстракцией при помощи микроволн. В работе [21] авторами приведены результаты исследований проведенных при экстрагировании полифенолов из кожуры гибрида мандарина кинноу (Citrus reticulata) и сладкой лиметты, (Citrus limetta) с использованием мацерации и ультразвуковой экстракции, где эффективность ультразвуковой экстракции была выше, чем по сравнению с методом мацерации. В исследовании [22] использовали комбинацию твердожидкостной экстракции с использованием водного раствора этанола. высокоэффективной жидкостной хроматографии и хемометрических методов для экстракции, и количественного определения полифенолов из кожуры китайского апельсина, лимона и клементина. В результате в полученных экстрактах определено большое количество гесперидина (от 280 до 673 мг/г). Кроме того, экстракция сверхкритическим CO_2 использовалась для экстракции полифенолов из кожуры цитрусовых, где концентрация гесперидина составила от 0,16 до 15,07 мг/г. Также 5-гидроксиметилфурфурол (5-ГМФ) и хлорогеновая кислота были обнаружены в экстрактах отходов цитрусовых гибридов [23]. Извлечение полифенолов из трех гибридных сортов мандарина (клементина, тангор ортаник и надоркотт) методом экстракции с помощью ультразвука, показали, что УЗИ технология является эффективным и устойчивым методом извлечения полифенолов из отходов цитрусовых [24].

Пектин. Пектин из кожуры цитрусовых используется в качестве желирующего агента для производства желе и джемов в пищевой промышленности [25]. Около 85% мирового

коммерческого пектина производится из остатков кожуры цитрусовых [26]. Сырьем для производства пектина может служить свежая кожура цитрусовых, лимона, грейпфрута и апельсина или их сушеная цедра. Свежая цедра цитрусовых содержит от 1,5 % до 3 % пектина, а сушеная кожура содержит от 9 % до 18 % пектина [27,28]. Микроволновая экстракция пектина из кожуры арбуза при различной мощности микроволн (160–480 Вт), гидромодуль (1:10–1:30 г/мл) и времени облучения (60-180 с), показала выход пектина 25,79 %. при мощности 477 Вт, времени 128 с и гидромодуле (1:20) [29]. Последовательная экстракция растворителем пектина из кожуры мандарина с помощью микроволн показала выход пектина. (27,58 %). Кроме того, пектин, полученный из кожуры цитрусовых, также, может быть использован для приготовления джемов.

Эфирные масла. Эфирные масла – ароматические жидкости, содержащие совокупность летучих соединений, обычно встречающихся в сальных мешочках кожуры и кутикулы цитрусовых [30,31]. Эфирное масло извлечено из кожуры цитрусовых используется в качестве ароматизаторов [32,33]. Однако стоит отметить, что выход эфирного масла из кожуры цитрусовых и химический состав варьируется в зависимости от используемого метода экстракции Метод микроволновой экстракции без растворителей для извлечения основных масел из кожуры цитрусовых, привели к извлечению 1,26 % лимонена [34]. Применение метода сверхкритической жидкостной экстракции масла из кожуры лимона позволило получить больший (4,5 %) выход d-лимонена [35]. Аналогичные исследования экстрагирования сверхкритическим CO_2 лимонена из мандарина [36] показали высокий выход лимонена 30,65 % при давлении 30 МПа, в то время как выход лимонена 13,16 % был обнаружен при 10 МПа [23]. Таким образом, сверхкритический метод показал свою эффективность для получения масла цитрусовых, однако основной проблемой сверхкритической жидкостной экстракции остаётся высокая стоимость оборудования и его техническое обслуживание. В ходе исследования [37] были выявлены оптимальные условия получения апельсинового эфирного масла методом паровой отгонки из кожуры и бракованных плодов апельсинов, при этом выход масла составляет до 6,5 % от абсолютно сухой массы сырья.

Пищевые волокна. В последнее время пищевые волокна пользуются большим спросом в качестве пищевых добавок и ингредиентов натуральных и искусственных пищевых продуктов. Клетчатка, полученная из кожуры цитрусовых, является богатым источником растворимой и нерастворимой клетчатки, которая считается потенциально полезной для питания и здоровья [38]. В многочисленных источниках кожуру цитрусовых используют для извлечения пищевых волокон с использованием различных технологий, включая ультразвуковую обработку, кислотно-щелочную обработку, ферменты, сухую/влажную обработку и сочетание этих методов [39]. В исследовании [40], обработка острым паром и пропитка разбавленной кислотой были успешно использованы для извлечения пищевых волокон из кожуры сладкого апельсина, выход растворимых волокон составил 33,74 %, что свидетельствует о перспективности использовании данного метода. Таким образом, в упомянутых выше источниках ясно указывается на потенциальное использование кожуры цитрусовых для извлечения биоактивных соединений путем использования энергосберегающих технологий извлечения. Следует так же отметить перспективность обработки отходов цитрусовых высоким давлением для получения пищевых волокон предложенный авторами [41, 42].

Пищевые добавки**.** Пищевые добавки – это вещества, придающие пищевому продукту аромат, цвет, вкус и пищевые качества. С увеличением потребления органических пищевых продуктов, больше внимания уделяется включению натуральных добавок, полученных в результате переработки отходов агропищевой отрасли. Отходы, образующиеся в пищевой промышленности, включают: биоактивные компоненты, обладающие антиоксидантной активностью, которые могут быть использованы в качестве натурального заменителя синтетических пищевых добавок [43]. Согласно Регламенту Европейского союза 1333/2008 [44], пищевая добавка – это «любое вещество, которое обычно не потребляется в пищу само

по себе и обычно не используется в качестве пищевой добавки». Благодаря своему уникальному вкусу, цвету и питательным качествам цитрусовые кожура и альбедо широко используются в качестве пищевых добавок при приготовлении кондитерских изделий и для хлебопекарного производств. Во всем мире печенье имеет самый большую долю рынка в хлебопекарном секторе, за которым следуют хлеб и булочки, пирожные, выпечка и сухарики. С появлением техники различные сегменты цитрусовых отходов могут быть обработаны и включены в выпечку, что не только повышает её питательную ценность, но и предполагает эффективное использование отходов. В исследованиях [45] были приготовлены кексы с включением от 10 % до 15 % апельсинового жмыха, богатого клетчаткой. Полученные по такой технологии кексы отличались высоким содержанием пищевых волокон (15,3 %) и низким содержанием жира (15 %). При этом авторы сообщили о снижении прогнозируемого гликемического индекса при добавлении в тесто богатого клетчаткой апельсинового жмыха. Включение в пшеничную муку для приготовления хлеба пектина из цедры цитрусовых 0,23 % и клетчатки 2,50 % показало, что включение волокон кожуры цитрусовых привело к увеличению поглощения воды 6,5 % в фаринографе 6,4 % в миксолабе, 7 % в миксографе, плюс 10 % в выпечке [46, 47, 48]. Обработанные цитрусовые корки в ферментированной и неперебродившей форме использовали как добавку в тесто для производства хлеба, где 4 % и 6 % включения не ферментированных корок, высушенных при 150 °С и 100 °С по отдельности, показали хорошую сенсорную приемлемость [49]. Коллектив авторов [50] готовили бисквит, добавляя от 10 до 40 % различных пропорций порошка цедры цитрусовых. Исследование показало, что 10%-ная замена бисквитного теста порошком, приготовленным из цитрусовых корок, была идеальной с точки зрения качества, а также обладала высокой сенсорной приемлемостью. Кроме того, было разработано печенье, в котором пшеничная мука была заменена порошком мандариновой цедры на 3,6 и 9 % соответственно. Добавление 6 % порошка кожуры показало улучшенное содержание клетчатки (0,85 %), золы (1,32 %), аскорбиновой кислоты (1,5 мг/100 г), каротиноидов (69 мкг эквивалента галловой кислоты/г), полифенолов (2150 мкг эквивалентов галловой кислоты/г) и антиоксидантную активность (24,5 %) печенья по сравнению с контролем без добавок [51]. Аналогичным образом использовалось обезжиренное апельсиновое волокно в различных пропорциях (30, 50 и 70 %) в качестве заменителя жира в хлебобулочных изделиях. Включение 50 % апельсинового волокна показало увеличение содержания жира на 4,5 % по сравнению с контролем, не содержащим апельсиновых волокон. Высокое содержание клетчатки, технологические и микробиологические свойства полученных булочек наблюдались в течение первых 24 ч от производства до 5 сут хранения [52]. Другим важным применением кожуры цитрусовых в пищевых продуктах является применение пектина, полученного из кожуры в качестве загустителя, стабилизатора, эмульгатора, текстуризатора и желирующего агента при приготовлении фруктовых джемов, желе, а также как продуктов с низким содержанием жира/сахара. Кроме того, цитрусовая кожура используются в качестве ингредиента в составе пробиотических напитков, мороженого и других пищевых продуктов. Исследователи [53] приготовили мороженое, используя 5 % замороженных бланшированных и 3 % неотбеленных корок гибрида мандарина кинноу, сообщив при этом об улучшении вкуса, внешнего вида и общей полученного привлекательности мороженого. Исследователи [54] разработали рецепт салями, в рецептуру которой входили пищевые волокна, полученные из цитрусовых корок (1,5%), экстракты кофе, чая и оливок (0,3 %) и пробиотический штамм Lactobacillus rhamnosus. В результате получили существенное улучшение антиоксидантной активности короткоцепочечных жирных кислот салями. Пектин из кожуры цитрусовых также используется в виде гидролизата. В недавно опубликованном исследовании [55] получен гидролизат пектина из кожуры цитрусовых кислотного гидролиза и проанализированы его физико-химические и функциональные свойства. Исследование показало, что гидролизаты пектина, обладающие повышенной растворимостью, имеют большой потенциал для использования в качестве пищевых добавок. источника клетчатки для приготовления жидких пищевых продуктов,

особенно напитков. Кроме того, отходы цитрусовых содержат большое количество каротиноидов. который можно использовать в качестве натурального пигмента в продуктах питания и напитках в промышленности [56]. Каротиноиды, такие как β-каротин концентрацией 200 мг/100 г сухой массы образца наблюдалась в кожуре мандарина [57]. В исследовании [58] использовался экстракт, полученный из эпикарпа мандарина в качестве натурального красителя в приготовлении тортов и хлеба. Так же существенное увеличение содержания каротиноидов наблюдалось в хлебобулочных изделиях, содержащих мандариновую эпикарповую муку. Кроме того, широкое использование таких натуральных пигментов поможет сократить использование синтетических пигментов, таких как тартразин в выпечке.

Пребиотики. Несмотря на использование пектина из кожуры цитрусовых в приготовлении варенья, желе и мармеладов он обладает сильными пребиотическими свойствами. Цитрусовые олигосахариды на основе пектина, по-видимому, являются динамическим пребиотическим компонентом [25]. Пребиотиками обычно называют неперевариваемые пищевые ингридиенты, которые приносят пользу потребителю, специально стимулируя рост и/или активность одного или нескольких микроорганизмов способствующую дальнейшему улучшению здоровья [59]. Большое количество исследований посвящены изучению потенциального использования отходов кожуры цитрусовых в разработке пребиотических добавок с улучшенной биофункциональностью. Пектиновые олигосахариды, получаемые путем частичного гидролиза пектина, представляют собой новый пребиотик, полученный из отходов кожуры цитрусовых отходы [60]. Авторы работы [61] исследовали противоопухолевую активность пектинового полисахарида HBE-III представляющего собой кислотный полисахарид с концентрацией 10 кДа, который содержит 15 различных моносахаридов и 23 гликозильные связи. В результате было сообщено об ингибирующих эффектах HBE-III на метастазирование в легкие дозозависимым образом. В более позднем исследовании изучалось пребиотические эффекты пищевых волокон отходов цитрусовых in vitro на желудочно-кишечный тракт поросенка. В исследовании сообщалось о более высоком соотношении ацетата и улучшенный кишечный и кишечный иммунитет поросят [62]. В результате исследования, проведенного авторами [25], предложено использовать волокна апельсиновой корки для разработки олигосахаридов с высокой добавленной стоимостью. Сообщалось о более высокой пребиотической активности пектина, полученного в результате ферментативного гидролиза клетчатки на основе апельсиновой корки, по сравнению с коммерческим рыночным пектином. Таким образом, пектин на основе отходов цитрусовых олигосахаридов может быть использован в качестве новых пребиотиков с усиленной активностью.

Выводы. Для повышения ценности отходов цитрусовых необходимо всесторонне изучать направления будущих исследований, поскольку это не только повышает ценность проблем утилизации отходов, но и также предоставляет решения для устранения загрязнения окружающей среды. Принимая во внимание информацию по повышению ценности и использования цитрусовых отходов для пищевых целей изложенную в этом обзоре, можно предусмотреть ряд перспективных исследований по оценке потенциала использования отходов цитрусовых для не пищевых целей, для создания продуктов с добавленной стоимостью.

Список использованной литературы:

1. FAO. Citrus Fruit Fresh and Processed – Statistical Bulletin 2022. URL: http://www.fao.org/publications/card/en/c/534798b4-2ee5-4626-84b1-0090df36dd69/ (дата обращения: 04.08.2023).
2. FAOSTAT. Food and agriculture data. food and agriculture organization. Rome: FAO. URL: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL (дата обращения: 04.08.2023).
3. USDA F. Citrus: World Markets and Trade. URL: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf (дата обращения: 20.08.2023).

4. Сайт ООО Маркетинговое Агентство ROIF EXPERT. Рынок свежих апельсинов в России, влияние санкций 2022: исследование и прогноз до 2026 года. URL: https://roif-expert.ru/food/frukty-i-yagody/svezhie-frukty-yagody/rynok-svezhih-apel-sinov-v-rossii-obzor-i-prognoz.html (дата обращения: 26.08.2023).
5. *Rafiq S., Kaul R., Sofi S. A., Bashir N., Nazir F., Nayik G. A.* Citrus peel as a source of functional ingredient: A review // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2018. Vol. 17(4). P. 351-358. DOI: 10.1016/j.jssas.2016.07.006.
6. *Соколов С.А., Яшонков А.А., Соколов С.А.* Экспериментальная оценка кинетики деградации витамина с в соках цитрусовых плодов, обработанных высоким гидростатическим давлением // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 1. С. 103-125. DOI: 10.47404/2619-0605_2022_1_103.
7. *Курбатова Е.И., Алсивар С.К.А., Соколова Е.Н., Постникова В.Е., Римарева Л.В.* Отходы цитрусовых – биологически ценные компоненты для пищевых продуктов и напитков // Пиво и напитки. 2013. № 5. С. 56-59.
8. *Дмитриченко М. И., Кондратьев С.В., Одокиенко С. С.* История выращивания и товароведная характеристика цитрусовых // Технико-технологические проблемы сервиса. 2012. № 2. С. 74-79.
9. *Izquierdo L., Sendra J.M.* Citrus fruits composition and characterization // Encyclopedia of food sciences and nutrition. Oxford: Academic Press, 2003. С. 1335-1341. DOI: 10.1016/B0-12-227055-X/00241-8.
10. *Mahawar M.K., Jalgaonkar K., Bibwe B., Bhushan B., Meena V.S., Sonkar R.K.* Post-harvest processing and valorization of Kinnow mandarin (Citrus reticulate L.): A review // Journal of Food Science and Technology. 2020. Vol. 57 (3). P. 799-815. DOI: 10.1007/s13197-019-04083-z.
11. *Zema D.A., Calabro P.S., Folino A., Tamburino V., Zappia G., Zimbone S.M.* Valorisation of citrus processing waste: A review // Waste Management. 2018. Vol. 80. P. 252-273. DOI: 10.1016/j.wasman.2018.09.024.
12. *Sharma K., Mahato N., Cho M.H., Lee Y.R.* Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmently friendly approaches // Nutrition. 2017. Vol. 34. P. 29-46. DOI: 10.1016/j.nut.2016.09.006.
13. *Pinto D., Cadiz-Gurrea M.L., Silva A.M., Delerue-Matos C., Rodrigues F.* Cosmetics – Food Waste Recovery // Food waste recovery. San Diego: Academic Press, 2021. P. 503-528. DOI: 10.1016/B978-0-12-820563-1.00004-4.
14. *Макарова Н.В., Зюзина А.В., Мирошкина Ю.И.* Антиоксидантная активность цитрусовых плодов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2010. № 1. С. 5-8.
15. *Wang X., Chen Q., Lu X.* Pectin extracted from apple pomace and citrus peel by subcritical water // Food Hydrocolloids. 2014. Vol. 38. P. 129-137. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2013.12.003.
16. *Wu F., Jin Y., Xu X., Yang N.* Electrofluidic pretreatment for enhancing essential oil extraction from citrus fruit peel waste // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 159. P. 85-94. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.05.010.
17. *Sasidharan S., Chen Y., Saravanan D., Sundram K.M., Yoga Latha L.* Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plants' extracts // African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines: AJTCAM. 2011. Vol. 8 (1). P. 1-10. DOI: 10.4314/ajtcam.v8i1.60483.
18. *Anticona M., Blesa J., Lopez-Malo D., Frigola A., Esteve M. J.* Effects of ultrasound-assisted extraction on physicochemical properties, bioactive compounds, and antioxidant capacity for the valorization of hybrid mandarin peels // Food Bioscience. 2021. P. 101185. DOI: 10.1016/j.fbio.2021.101185.
19. *Suri S., Singh A., Nema P. K.* Recent advances in valorization of citrus fruits processing waste: A way forward towards environmental sustainability // Food Science and Biotechnology. 2021. Vol. 30 (13). P. 1601-1626. DOI: 10.1007/s10068-021-00984-y.
20. *Nipornram S., Tochampa W., Rattanatraiwong P., Singanusong R.* Optimization of low power

ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from mandarin (Citrus reticulata Blanco cv. Sainampueng) peel // Food Chemistry. 2018. Vol. 241. P. 338-345. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.08.114.
21. *Saini A., Panesar P. S., Bera M. B.* Comparative study on the extraction and quantification of polyphenols from citrus peels using maceration and ultrasonic technique // Current Research in Nutrition and Food Science. 2019. Vol. 7 (3). P. 678-685. DOI: 10.12944/CRNFSJ.7.3.08.
22. *Gomez-Mejia E., Rosales-Conrado N., Leon-Gonzalez M. E., Madrid Y.* Citrus peels waste as a source of value-added compounds: Extraction and quantification of bioactive polyphenols // Food Chemistry. 2019. Vol. 295. P. 289-299. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.05.136.
23. *Safranko S., Corkovic I., Jerkovic I., Jakovljevic M., Aladic K., Subaric D., Jokić S.* Green extraction techniques for obtaining bioactive compounds from mandarin peel (Citrus unshiu var. Kuno): Phytochemical analysis and process optimization // Foods. 2021. Vol. 10 (5). P. 1043. DOI: 10.3390/foods10051043.
24. *Anticona M., Blesa J., Lopez-Malo D., Frigola A., Esteve M. J.* Effects of ultrasound-assisted extraction on physicochemical properties, bioactive compounds, and antioxidant capacity for the valorization of hybrid mandarin peels // Food Bioscience. 2021. P. 101185. DOI: 10.1016/j.fbio.2021.101185.
25. *Foti P., Ballistreri G., Timpanaro N., Rapisarda P., Romeo F. V.* Prebiotic effects of citrus pectic oligosaccharides // Natural Product Research. 2021. P. 1-4. DOI: 10.1080/14786419.2021.1948845.
26. *Berk Z.* By-products of the citrus processing industry // Citrus fruit processing. San Diego: Academic press, 2016. P. 219-233. DOI: 10.1016/b978-0-12-803133-9.00010-2.
27. *Донченко Л.В.* Технология пектина и пектинопродуктов. М.: Дели, 2000. 256 с.
28. *Кнох К.В.* Научно-практическое обоснование использования цитрусового пектина в технологии сладкого соуса // Молодой ученый. 2020. № 22 (312). С. 114-117.
29. *Maran J.P., Sivakumar V., Thirugnanasambandham K., Sridhar R.* Microwave assisted extraction of pectin from waste Citrullus lanatus fruit rinds // Carbohydrate Polymers. 2014. Vol. 101. P. 786-791. DOI: 10.1016/j.carbpol.2013.09.062.
30. *El Asbahani A., Miladi K., Badri W., Sala M., Addi E. A., Casabianca H., et al.* Essential oils: From extraction to encapsulation // International Journal of Pharmaceutics. 2015. Vol. 483 (1-2). P. 220-243. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2014.12.069.
31. *Кустова С.Д.* Справочник по эфирным маслам. М.: Пищевая промышленность, 1978. 208 с.
32. *Багатурия Н.Ш., Мирдалейшвили М.В.* Влияние физико-химической обработки кожуры цитрусовых плодов на выход и качество эфирного масла // Масложировая промышленность. 1987. № 4. С. 23, 30-33.
33. *Хейфиц Л.А., Дашунин В.М.* Душистые вещества и другие продукты для парфюмерии. М.: Химия. 1994. 256 с.
34. *Golmakani M. T., Moayyedi M.* Comparison of microwave-assisted hydrodistillation and solvent-less microwave extraction of essential oil from dry and fresh Citrus limon (Eureka variety) peel // Journal of Essential Oil Research. 2016. Vol. 28 (4). P. 272-282. DOI: 10.1080/10412905.2016.1145606.
35. *Lopresto C. G., Meluso A., Di Sanzo G., Chakraborty S., Calabro V.* Process-intensified waste valorization and environmentally friendly d-limonene extraction // Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration. 2019. Vol. 4 (1). P. 1-12. DOI: 10.1007/s41207-019-0122-0.
36. *Joki´c, S.; Šafranko, S.; Jakovljevi´c, M.; Cikoš, A.-M.; Kaji´c, N.; Kolarevi´c, F.; Babi´c, J.; Molnar, M.* Sustainable Green Procedure for Extraction of Hesperidin from Selected Croatian Mandarin Peels // Processes. 2019. Vol. 7. P. 469. DOI: 10.3390/pr7070469.
37. *Демакова Е.А., Паршикова В.Н., Степень Р.А., Ефремов А.А.* Оптимальные условия получения апельсинового эфирного масла // Химия растительного сырья. 1998. № 1. С. 25-28.
38. *Цинцкиладзе А.Д., Лазишвили Л.А., Микеладзе О.Г., Концелидзе З.И.* Пищевое волокно – конечный продукт безотходной технологии плодов мандаринов // Пиво и напитки. 2006.

№ 3. С. 38-39.
39. *Yang Y. Y., Ma S., Wang X. X., Zheng X. L.* Modification and application of dietary fiber in foods // Journal of Chemistry. 2017. P. 9340427. DOI: 10.1155/2017/9340427.
40. *Wang L., Xu H., Yuan F., Fan R., Gao Y.* Preparation and physicochemical properties of soluble dietary fiber from orange peel assisted by steam explosion and dilute acid soaking // Food Chemistry. 2015. Vol. 185. P. 90-98. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.03.112.
41. *Соколов А.С., Панова Е.С.* Перспективы использования альбедо апельсина для производства пищевых функциональных добавок // Материалы пула научно-практических конференций. Керчь, 2022. С. 125-127.
42. *Соколов С.А., Косачев В.С., Севаторов Н.Н., Яшонков А.А., Гура А.В., Зотова И.А., Катанаева Ю.А., Малич А.А.* Переработка и использование вторичных и малоценных ресурсов в пищевой промышленности. Керчь: Оперативная типография, 2023. 231 с.
43. *Zhu Z., Gavahian M., Barba F. J., Rosello-Soto E., Kovacevic D. B., Putnik P.* Valorization of waste and by-products from food industries through the use of innovative technologies // Agri-Food industry strategies for healthy diets and sustainability. Cambridge: Academic Press, 2020. P. 249-266.
44. EUR-Lex Official Journal – Legally binding printed editions. URL: https://eur-lex.europa.eu/oj/all/auth-direct-access.html (дата обращения: 30.08.2023).
45. *Romero-Lopez M.R., Osorio-Diaz P., Bello-Perez L.A., Tovar J., Bernardino Nicanor A.* Fiber concentrate from orange (Citrus sinensis L.) bagase: Characterization and application as bakery product ingredient // International Journal of Molecular Sciences. 2011. Vol. 12 (4). P. 2174-2186. DOI: 10.3390/ijms12042174.
46. *Miller R.A.* Increased yield of bread containing citrus peel fiber // Cereal Chemistry. 2011. Vol. 88 (2). P. 174-178. DOI: 10.1094/CCHEM-11-10-0161.
47. *Сокол Н.В.* Пектиновые вещества как улучшитель хлебопекарных свойств муки и качества хлеба // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2003. № 4. С. 37-38.
48. *Жукова Е.М.* Использование цедры цитрусовых плодов в хлебобулочных изделиях целевого назначения: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Екатерина Михайловна Жукова. Санкт-Петербург, 2002. 126 с.
49. *Shyu Y.S., Lu T.C., Lin C.C.* Functional analysis of unfermented and fermented citrus peels and physical properties of citrus peel-added doughs for bread making // Journal of Food Science and Technology. 2014. Vol. 51 (12). P. 3803-3811. DOI: 10.1007/s13197-013-0938-6.
50. *Shin G.M.* Quality characteristics of sponge cake added with citrus peel powder // Culinary Science and Hospitality Research. 2015. Vol. 21 (5). P. 88-97.
51. *Ojha P., Thapa S.* Quality evaluation of biscuit incorporated with mandarin peel powder // Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering. 2017. Vol. 18 (1). P. 19-30.
52. *Caggia C., Palmeri R., Russo N., Timpone R., Randazzo C. L., Todaro A., Barbagallo S.* Employ of citrus by-product as fat replacer ingredient for bakery confectionery products // Frontiers in Nutrition. 2020. Vol. 7. P. 46. DOI: 10.3389/fnut.2020.00046.
53. *Mann S., Minhas K. S., Aggarwal P.* Development of phytochemical rich ice cream incorporating kinnow peel // Global Journal of Science Frontier Research. 2013. Vol. 13 (4). P. 1-3.
54. *Perez-Burillo S., Mehta T., Pastoriza S., Kramer D. L., Paliy O., Rufian Henares J.A.* Potential probiotic salami with dietary fiber modulates antioxidant capacity, short chain fatty acid production and gut microbiota community structure // LWT. 2019. Vol. 105. P. 355-362. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.02.006.
55. *Dangi N., Yadav B.S.* Characterization of partial acid hydrolysates of citrus pectin for their pasting, rheological and thermal properties // Journal of Food Science & Technology. 2020. Vol. 57 (7). P. 2681-2692. DOI: 10.1007/s13197-020-04304-w.
56. *Mahato N., Sharma K., Sinha M., Cho M.H.* Citrus waste derived nutra-/pharmaceuticals for health benefits: Current trends and future perspectives // Journal of Functional Foods. 2018. Vol. 40. P. 307-316. DOI: 10.1016/j.jff.2017.11.015.

57. *M'hiri N., Ioannou I., Ghoul M., Mihoubi Boudhrioua N.* Phytochemical characteristics of citrus peel and effect of conventional and nonconventional processing on phenolic compounds: A review // Food Reviews International. 2017. Vol. 33 (6). P. 587-619. DOI: 10.1080/87559129.2016.1196489.
58. *Ordonez-Santos L. E., Esparza-Estrada J., Vanegas-Mahecha P.* Ultrasoundassisted extraction of total carotenoids from mandarin epicarp and application as natural colorant in bakery products // LWT. 2021. Vol. 139. P. 110598. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110598.
59. *Davani-Davari D., Negahdaripour M., Karimzadeh I., Seifan M., Mohkam M., Masoumi S.J., Berenjian A., Ghasemi Y.* Prebiotics: Definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications // Foods. 2019. Vol. 8 (3). P. 92. DOI: 10.3390/foods8030092.
60. *Miguez B., Gomez B., Gullon P., Gullon B., Alonso J.L.* Pectic oligosaccharides and other emerging prebiotics // Probiotics and prebiotics in human nutrition and health. Croatia: Intech Open, 2016. P. 301-330.
61. *Lee E.H., Park H.R., Shin M.S., Cho S.Y., Choi H.J., Shin K.S.* Antitumor metastasis activity of pectic polysaccharide purified from the peels of Korean Citrus Hallabong // Carbohydrate Polymers. 2014. Vol. 111. P. 72-79. DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.04.073.
62. *Uerlings J., Schroyen M., Bautil A., Courtin C., Richel A., Sureda E.A., Bruggeman G., Tanghe S., Willems E., Bindelle J., Everaert N.* In vitro prebiotic potential of agricultural by-products on intestinal fermentation, gut barrier and inflammatory status of piglets // British Journal of Nutrition. 2020. Vol. 123 (3). P. 293-307. DOI: 10.1017/S0007114519002873.

References:

1. FAO. Citrus Fruit Fresh and Processed – Statistical Bulletin 2022. (In English). Available at: http://www.fao.org/3/ai8092e.pdf http://www.fao.org/publications/card/en/c/534798b4-2ee5-4626-84b1-0090df36dd69/ (accessed 04.08.2023).
2. FAOSTAT. Food and agriculture data. food and agriculture organization. Rome: FAO. (In English). Available at: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL (accessed 04.08.2023).
3. USDA F. Citrus: World Markets and Trade. (In English). Available at: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf (accessed 20.08.2023).
4. *Sajt OOO Marketingovoe Agentstvo ROIF EXPERT. Rynok svezhih apel'sinov v Rossii, vliyanie sankcij 2022: issledovanie i prognoz do 2026 goda* [Site of ROIF EXPERT Marketing Agency LLC. The market of fresh oranges in Russia, the impact of sanctions 2022: research and forecast until 2026]. (In Russian). Available at: https://roif-expert.ru/food/frukty-i-yagody/svezhie-frukty-yagody/rynok-svezhih-apel-sinov-v-rossii-obzor-i-prognoz.html (accessed 26.08.2023).
5. Rafiq S., Kaul R., Sofi S. A., Bashir N., Nazir F., Nayik G. A. Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 2018, vol. 17 (4), pp. 351-358. (In English). DOI: 10.1016/j.jssas.2016.07.006.
6. Sokolov S.A., Yashonkov A.A., Sokolov S.A. Eksperimental'naya ocenka kinetiki degradacii vitamina s v sokah citrusovyh plodov, obrabotannyh vysokim gidrostaticheskim davleniem [Experimental evaluation of vitamin c degradation kinetics in citrus fruit juices processed with high hydrostatic pressure]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2022, no. 1, pp. 103-125. DOI: 10.47404/2619-0605_2022_1_103. (In Russian).
7. Kurbatova E.I., Alsivar S.K.A., Sokolova E.N., Postnikova V.E., Rimareva L.V. Othody citrusovyh – biologicheski cennye komponenty dlya pishchevyh produktov i napitkov [Citrus waste – biologically valuable components for food and beverages]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2013, no. 5, pp. 56-59. (In Russian).
8. Dmitrichenko M. I., Kondrat'ev S.V., Odokienko S. S. *Istoriya vyrashchivaniya i tovarovednaya harakteristika citrusovyh* [The history of cultivation and commodity characteristics of citrus fruits]. *Tekhniko-tekhnologicheskie problemy servisa* [Technical and technological problems of the service], 2012, no. 2, pp. 74-79. (In Russian).
9. Izquierdo L., Sendra J.M. Citrus fruits composition and characterization. *Encyclopedia of food*

sciences and nutrition, Oxford, Academic Press Publ., 2003, pp. 1335-1341. (In English). DOI: 10.1016/B0-12-227055-X/00241-8.

10. Mahawar M.K., Jalgaonkar K., Bibwe B., Bhushan B., Meena V.S., Sonkar R.K. Post-harvest processing and valorization of Kinnow mandarin (Citrus reticulate L.): A review. *Journal of Food Science and Technology*, 2020, vol. 57 (3), pp. 799-815. (In English). DOI: 10.1007/s13197-019-04083-z.
11. Zema D.A., Calabro P.S., Folino A., Tamburino V., Zappia G., Zimbone S.M. Valorisation of citrus processing waste: A review. *Waste Management*, 2018, vol. 80, pp. 252-273. (In English). DOI: 10.1016/j.wasman.2018.09.024.
12. Sharma K., Mahato N., Cho M.H., Lee Y.R. Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmently friendly approaches. *Nutrition*, 2017, vol. 34, pp. 29-46. (In English). DOI: 10.1016/j.nut.2016.09.006.
13. Pinto D., Cadiz-Gurrea M.L., Silva A.M., Delerue-Matos C., Rodrigues F. Cosmetics – Food Waste Recovery. *Food waste recovery*. San Diego, Academic Press Publ., 2021, pp. 503-528. (In English). DOI: 10.1016/B978-0-12-820563-1.00004-4.
14. Makarova N.V., Zyuzina A.V., Miroshkina YU.I. *Antioksidantnaya aktivnost' citrusovyh plodov* [Antioxidant activity of citrus fruit]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij*. *Pishchevaya tekhnologiya* [News of universities. Food Technology], 2010, no. 1, pp. 5-8. (In Russian).
15. Wang X., Chen Q., Lu X. Pectin extracted from apple pomace and citrus peel by subcritical water. *Food Hydrocolloids*, 2014, vol. 38, pp. 129-137. (In English). DOI: 10.1016/j.foodhyd.2013.12.003.
16. Wu F., Jin Y., Xu X., Yang N. Electrofluidic pretreatment for enhancing essential oil extraction from citrus fruit peel waste. *Journal of Cleaner Production*, 2017, vol. 159, pp. 85-94. (In English). DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.05.010.
17. Sasidharan S., Chen Y., Saravanan D., Sundram K.M., Yoga Latha L. Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plants' extracts. *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines: AJTCAM*, 2011, vol. 8 (1), pp. 1-10. (In English). DOI: 10.4314/ajtcam.v8i1.60483.
18. Anticona M., Blesa J., Lopez-Malo D., Frigola A., Esteve M. J. Effects of ultrasound-assisted extraction on physicochemical properties, bioactive compounds, and antioxidant capacity for the valorization of hybrid mandarin peels. *Food Bioscience*, 2021, pp. 101185. (In English). DOI: 10.1016/j.fbio.2021.101185.
19. Suri S., Singh A., Nema P. K. Recent advances in valorization of citrus fruits processing waste: A way forward towards environmental sustainability. *Food Science and Biotechnology*, 2021, vol. 30(13), pp. 1601-1626. (In English). DOI: 10.1007/s10068-021-00984-y.
20. Nipornram S., Tochampa W., Rattanatraiwong P., Singanusong R. Optimization of low power ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from mandarin (Citrus reticulata Blanco cv. Sainampueng) peel. *Food Chemistry*, 2018, vol. 241, pp. 338-345. (In English). DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.08.114.
21. Saini A., Panesar P. S., Bera M. B. Comparative study on the extraction and quantification of polyphenols from citrus peels using maceration and ultrasonic technique. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 2019, vol. 7 (3), pp. 678-685. (In English). DOI: 10.12944/CRNFSJ.7.3.08.
22. Gomez-Mejia E., Rosales-Conrado N., Leon-Gonzalez M. E., Madrid Y. Citrus peels waste as a source of value-added compounds: Extraction and quantification of bioactive polyphenols. *Food Chemistry*, 2019, vol. 295, pp. 289-299. (In English). DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.05.136.
23. Safranko S., Corkovic I., Jerkovic I., Jakovljevic M., Aladic K., Subaric D., Jokić S. Green extraction techniques for obtaining bioactive compounds from mandarin peel (Citrus unshiu var. Kuno): Phytochemical analysis and process optimization. *Foods*, 2021, vol. 10 (5), pp. 1043. (In English). DOI: 10.3390/foods10051043.
24. Anticona M., Blesa J., Lopez-Malo D., Frigola A., Esteve M. J. Effects of ultrasound-assisted extraction on physicochemical properties, bioactive compounds, and antioxidant capacity for

the valorization of hybrid mandarin peels. *Food Bioscience*, 2021, pp. 101185. (In English). DOI: 10.1016/j.fbio.2021.101185.
25. Foti P., Ballistreri G., Timpanaro N., Rapisarda P., Romeo F. V. Prebiotic effects of citrus pectic oligosaccharides. Natural Product Research, 2021, pp. 1-4. (In English). DOI: 10.1080/14786419.2021.1948845.
26. Berk Z. By-products of the citrus processing industry. *Citrus fruit processing*. San Diego, Academic press Publ., 2016, pp.219-233. (In English). DOI: 10.1016/b978-0-12-803133-9.00010-2.
27. Donchenko L.V. *Tekhnologiya pektina i pektinoproduktov* [Technology of pectin and pectin products]. Moscow, Deli Publ., 2000, 256 p. (In Russian).
28. Knoh K. V. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie ispol'zovaniya citrusovogo pektina v tekhnologii sladkogo souse [Scientific and practical justification of the use of citrus pectin in sweet sauce technology]. *Molodoj uchenyj* [Young scientist], 2020, no. 22 (312), pp. 114-117. (In Russian).
29. Maran J.P., Sivakumar V., Thirugnanasambandham K., Sridhar R. Microwave assisted extraction of pectin from waste Citrullus lanatus fruit rinds. *Carbohydrate Polymers*, 2014, vol. 101, pp. 786-791. (In English). DOI: 10.1016/j.carbpol.2013.09.062.
30. El Asbahani A., Miladi K., Badri W., Sala M., Addi E. A., Casabianca H., et al. Essential oils: From extraction to encapsulation. *International Journal of Pharmaceutics*, 2015, vol. 483 (1-2), pp. 220-243. (In English). DOI: 10.1016/j.ijpharm.2014.12.069.
31. Kustova S.D. *Spravochnik po efirnym maslam* [Handbook of Essential Oils]. Moscow, Food industry Publ., 1978, 208 p. (In Russian).
32. Bagaturiya N.Sh., Mirdalejshvili M.V. Vliyanie fiziko-himicheskoj obrabotki kozhury citrusovyh plodov na vyhod i kachestvo efirnogo masla [The effect of physico-chemical treatment of citrus fruit peel on the yield and quality of essential oil]. *Maslozhirovaya promyshlennost'* [Fat and oil industry], 1987, no. 4, pp. 23, 30-33. (In Russian).
33. Hejfic L.A., Dashunin V.M. *Dushistye veshchestva i drugie produkty dlya parfyumerii* [Scented substances and other products for perfumery]. Moscow, Chemistry Publ., 1994, 256 p. (In Russian).
34. Golmakani M. T., Moayyedi M. Comparison of microwave-assisted hydrodistillation and solvent-less microwave extraction of essential oil from dry and fresh Citrus limon (Eureka variety) peel. *Journal of Essential Oil Research*, 2016, vol. 28 (4), pp. 272-282. (In English). DOI: 10.1080/10412905.2016.1145606.
35. Lopresto C. G., Meluso A., Di Sanzo G., Chakraborty S., Calabro V. Process-intensified waste valorization and environmentally friendly d-limonene extraction. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 2019, vol. 4 (1), pp. 1-12. (In English). DOI: 10.1007/s41207-019-0122-0.
36. Joki´c, S.; Šafranko, S.; Jakovljevi´c, M.; Cikoš, A.-M.; Kaji´c, N.; Kolarevi´c, F.; Babi´c, J.; Molnar, M. Sustainable Green Procedure for Extraction of Hesperidin from Selected Croatian Mandarin Peels. *Processes*, 2019, vol. 7, pp. 469. (In English). DOI: 10.3390/pr7070469.
37. Demakova E.A., Parshikova V.N., Stepen' R.A., Efremov A.A. Optimal'nye usloviya polucheniya apel'sinovogo efirnogo masla [Optimal conditions for obtaining orange essential oil]. *Himiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of vegetable raw materials], 1998, no. 1, pp. 25-28. (In Russian).
38. Cinckiladze A.D., Lazishvili L.A., Mikeladze O.G., Koncelidze Z.I. Pishchevoe volokno - konechnyj produkt bezothodnoj tekhnologii plodov mandarinov [Dietary fiber is the final product of the waste-free technology of tangerine fruits]. *Pivo i napitki* [Beer and Beverages], 2006, no. 3, pp. 38-39. (In Russian).
39. Yang Y. Y., Ma S., Wang X. X., Zheng X. L. Modification and application of dietary fiber in foods. *Journal of Chemistry*, 2017, pp. 9340427. (In English). DOI: 10.1155/2017/9340427.
40. Wang L., Xu H., Yuan F., Fan R., Gao Y. Preparation and physicochemical properties of soluble dietary fiber from orange peel assisted by steam explosion and dilute acid soaking. *Food Chemistry*, 2015, vol. 185, pp. 90-98. (In English). DOI:

10.1016/j.foodchem.2015.03.112.
41. Sokolov A.S., Panova E.S. Perspektivy ispol'zovaniya al'bedo apel'sina dlya proizvodstva pishchevyh funkcional'nyh dobavok [Prospects of using orange albedo for the production of functional food additives]. *Materialy pula nauchno-prakticheskih konferencij* [Materials of the pool of scientific and practical conferences]. Kerch, 2022, pp. 125-127. (In Russian).
42. Sokolov S.A., Kosachev V.S., Sevatorov N.N., YAshonkov A.A., Gura A.V., Zotova I.A., Katanaeva Yu.A., Malich A.A. *Pererabotka i ispol'zovanie vtorichnyh i malocennyh resursov v pishchevoj promyshlennosti* [Processing and use of secondary and low-value resources in the food industry]. Kerch, Operativnaya tipografiya Publ., 2023, 231 p. (In Russian).
43. Zhu Z., Gavahian M., Barba F. J., Rosello-Soto E., Kovacevic D. B., Putnik P. Valorization of waste and by-products from food industries through the use of innovative technologies. *Agri-Food industry strategies for healthy diets and sustainability*. Cambridge, Academic Press Publ., 2020, pp. 249-266. (In English).
44. EUR-Lex Official Journal – Legally binding printed editions. (In English). Available at: https://eur-lex.europa.eu/oj/all/auth-direct-access.html (accessed 30.08.2023).
45. Romero-Lopez M.R., Osorio-Diaz P., Bello-Perez L.A., Tovar J., Bernardino Nicanor A. Fiber concentrate from orange (Citrus sinensis L.) bagase: Characterization and application as bakery product ingredient. *International Journal of Molecular Sciences*, 2011, vol. 12 (4), pp. 2174-2186. (In English). DOI: 10.3390/ijms12042174.
46. Miller R.A. Increased yield of bread containing citrus peel fiber. *Cereal Chemistry*, 2011, vol. 88 (2), pp. 174-178. (In English). DOI: 10.1094/CCHEM-11-10-0161.
47. Sokol N.V. Pektinovye veshchestva kak uluchshitel' hlebopekarnyh svojstv muki i kachestva hleba [Pectin substances as an improver of baking properties of flour and bread quality]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij*. *Pishchevaya tekhnologiya* [News of universities. Food Technology], 2003, no. 4, pp. 37-38. (In Russian).
48. Zhukova E.M. *Ispol'zovanie cedry citrusovyh plodov v hlebobulochnyh izdeliyah celevogo naznacheniya. Diss. kand. tekhn. nauk* [The use of citrus fruit zest in bakery products for the intended purpose. Cand engin. sci. diss]. St. Petersburg, 2002, 126 p. (In Russian).
49. Shyu Y.S., Lu T.C., Lin C.C. Functional analysis of unfermented and fermented citrus peels and physical properties of citrus peel-added doughs for bread making. *Journal of Food Science and Technology*, 2014, vol. 51 (12), pp. 3803-3811. (In English). DOI: 10.1007/s13197-013-0938-6.
50. Shin G.M. Quality characteristics of sponge cake added with citrus peel powder. *Culinary Science and Hospitality Research*, 2015, vol. 21 (5), pp. 88-97. (In English).
51. Ojha P., Thapa S. Quality evaluation of biscuit incorporated with mandarin peel powder. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering*, 2017, vol. 18 (1), pp. 19-30. (In English).
52. Caggia C., Palmeri R., Russo N., Timpone R., Randazzo C. L., Todaro A., Barbagallo S. Employ of citrus by-product as fat replacer ingredient for bakery confectionery products. *Frontiers in Nutrition*, 2020, vol. 7, p. 46. (In English). DOI: 10.3389/fnut.2020.00046.
53. Mann S., Minhas K. S., Aggarwal P. Development of phytochemical rich ice cream incorporating kinnow peel. *Global Journal of Science Frontier Research*, 2013, vol. 13 (4), pp. 1-3. (In English).
54. Perez-Burillo S., Mehta T., Pastoriza S., Kramer D.L., Paliy O., Rufian Henares J.A. Potential probiotic salami with dietary fiber modulates antioxidant capacity, short chain fatty acid production and gut microbiota community structure. *LWT*, 2019, vol. 105, pp. 355-362. (In English). DOI: 10.1016/j.lwt.2019.02.006.
55. Dangi N., Yadav B.S. Characterization of partial acid hydrolysates of citrus pectin for their pasting, rheological and thermal properties. *Journal of Food Science & Technology*, 2020, vol. 57 (7), pp. 2681-2692. (In English). DOI: 10.1007/s13197-020-04304-w.
56. Mahato N., Sharma K., Sinha M., Cho M.H. Citrus waste derived nutra-/pharmaceuticals for health benefits: Current trends and future perspectives. *Journal of Functional Foods*, 2018, vol. 40, pp. 307-316. (In English). DOI: 10.1016/j.jff.2017.11.015.

57. M'hiri N., Ioannou I., Ghoul M., Mihoubi Boudhrioua N. Phytochemical characteristics of citrus peel and effect of conventional and nonconventional processing on phenolic compounds: A review. *Food Reviews International*, 2017, vol. 33 (6), pp. 587-619. (In English). DOI: 10.1080/87559129.2016.1196489.
58. Ordonez-Santos L. E., Esparza-Estrada J., Vanegas-Mahecha P. Ultrasoundassisted extraction of total carotenoids from mandarin epicarp and application as natural colorant in bakery products. *LWT*, 2021, vol. 139, pp. 110598. (In English). DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110598.
59. Davani-Davari D., Negahdaripour M., Karimzadeh I., Seifan M., Mohkam M., Masoumi S.J., Berenjian A., Ghasemi Y. Prebiotics: Definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. *Foods*, 2019, vol. 8 (3), pp. 92. (In English). DOI: 10.3390/foods8030092.
60. Miguez B., Gomez B., Gullon P., Gullon B., Alonso J.L. Pectic oligosaccharides and other emerging prebiotics. *Probiotics and prebiotics in human nutrition and health*. Croatia, Intech Open Publ., 2016, pp. 301-330. (In English).
61. Lee E.H., Park H.R., Shin M.S., Cho S.Y., Choi H.J., Shin K.S. Antitumor metastasis activity of pectic polysaccharide purified from the peels of Korean Citrus Hallabong. *Carbohydrate Polymers*, 2014, vol. 111, pp. 72-79. (In English). DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.04.073.
62. Uerlings J., Schroyen M., Bautil A., Courtin C., Richel A., Sureda E.A., Bruggeman G., Tanghe S., Willems E., Bindelle J., Everaert N. In vitro prebiotic potential of agricultural by-products on intestinal fermentation, gut barrier and inflammatory status of piglets. *British Journal of Nutrition*, 2020, vol. 123 (3), pp. 293-307. (In English). DOI: 10.1017/S0007114519002873.

Сведения об авторах / Information about authors

Соколов Александр Сергеевич	ассистент кафедры Сервиса и гостиничного дела Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 83050, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 alexsokolov555@yandex.ru
Sokolov Alexandr Sergeyevich	Assistant at the Department of service and hotel business Donetsk National University of economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 83050, Donetsk People's Republic, Donetsk, Shchorsa str., 31 alexsokolov555@yandex.ru
Севаторов Николай Николаевич	канд. техн. наук, доцент кафедры машин и аппаратов пищевых производств Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 nicksevatorov@yandex.ru
Sevatorov Nikolai Nikolaevich	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of Machines and Apparatuses for Food Production Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 nicksevatorov@yandex.ru
Яшонков Александр Анатольевич	канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой машин и аппаратов пищевых производств Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 jashonkov@ranbler.ru
Yashonkov Alexander	Ph.D. (Engin.), Associate professor, Head of the Department of

Anatolyevich machines and apparatus for food production
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
jashonkov@ranbler.ru

УДК 621.867.52:621.837.2 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.018**

Фалько А.Л.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ НАЛАДКИ ВИБРАЦИОННЫХ КОНВЕЙЕРОВ С ЭКСЦЕНТРИКОВЫМ ПРИВОДОМ ПЕРЕД ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ

Аннотация. Исследования представляют собой тематику кинематических особенностей, устройства и конструкции эксцентриковых приводов для виброконвейеров, применяющихся в пищевой и рыбной промышленности. Преимущество эксцентриковых вибраторов однозначно – это возможность передавать серьёзные значения возмущающей силы для рабочего органа конвейера, по данному показателю никакой другой тип вибропривода с ними не сравнится. Важным преимуществом является и тот факт, что значение возмущающей силы неизменно при любых кинематических параметрах рабочего органа, это гарантирует эффективность виброперемещения в любой момент рабочего времени, что не всегда происходит при использовании других приводов. Более того из этого преимущества вытекает целый ряд других, которые в сумме способствуют самому широкому распространению эксцентриковых вибраторов в мире. Одним из основных преимуществ является возможность вибротранспортирования очень тяжёлых грузов. Конвейера с эксцентриковыми приводами являются самыми грузоподъёмными.
Ключевые слова: вибротранспортирование, виброконвейер, инерция колебаний, рабочий орган, эксцентриковый привод, силы уравновешивания.

Falko A.L.

TECHNICAL ISSUES IN SETTING UP VIBRATION CONVEYORS WITH ECCENTRIC DRIVE BEFORE OPERATION

Abstract. The research presents the subject of the kinematic features of the device and the design of eccentric drives for vibratory conveyors used in the food and fish industries. The advantage of eccentric vibrators is unambiguous – it is the ability to transfer a serious value of the disturbing force to the working body of the conveyor, according to this indicator, no other type of vibration drive can be compared with it. An important advantage is the fact that the value of the disturbing force is unchanged for any kinematic parameters of the working body, this guarantees the efficiency of vibration displacement at any moment of working time, which does not always happen when using other drives. Moreover, from this advantage follows a number of others, which together contribute to the widest distribution of eccentric vibrators in the world, one of the resulting advantages is the ability to vibrate very heavy loads. Conveyors with eccentric drives are the most load-bearing.
Keywords: vibrotransportation, vibroconveyor, vibration inertia, working body, eccentric drive, balancing forces.

Введение. В прошлом эксцентриковые приводы применялись в основном для тихоходных вибротранспортирующих машин и были способны создавать значительные возмущающие усилия при невысоких частотах колебаний, сегодня это положение изменилось, существуют целые модельные ряды механизмов, с эксцентриковыми приводами, обеспечивающие свою функциональность на высоких оборотах (эксплуатационная частота до 1500 Гц) [1].

На сегодняшний день повсеместно применяются неуравновешенные вибрационные конвейеры с рассматриваемым приводом, его конструкция представляет собой рабочий (грузонесущий) орган, который закреплён на основной раме посредством шатунов и упругой системы (торсионной), привод соответственно крепится к той же раме под рабочим органом. Как и у всех неуравновешенных систем, главным его недостатком есть огромные динамические усилия на подшипниковые узлы и основную раму конвейера. Следствие

такого недостатка является необходимость жёсткой и стационарной установки конвейера на бетонный фундамент с заливкой основания [2].

Также сегодня очень широкое распространение имеют двухтрубные уравновешенные резонансные вибрационные конвейеры. Их характеристики значительно превышают показатели конвейеров с неуравновешенными системами.

Конструкция такого вибрационного конвейера представляет собой систему более сложную, чем у неуравновешенных конструкций. Она включает в себя следующие узлы: рабочие (грузонесущие) органы лотковой или трубчатой конструкции в количестве двух штук, привод эксцентриковый, но его шатун выполнен упругим и стойки с резиновыми шарнирами. Эти стойки представляют собой упругую рабочую систему для объединения рабочего органа с опорными устройствами. Вся конструкция конвейера (его динамической системы) закреплена в полу неподвижно, но в расчётных точках, которыми конвейер опирается на пол помещения.

При такой конструкции во время нормального режима работы все динамические нагрузки могут передаваться на несущее основание и далее на опорные точки крепления, что не имеет негативных последствий. В случае слишком неравномерной загрузки, перегрузки или ударной нагрузки рабочего органа, что может иметь место при соударении груза с рабочим органом могут возникнуть достаточно сильные динамические нагрузки на опоры, но это приводит лишь к сбою нормальной последовательности транспортируемого груза. В целом при работе этой машины можно обеспечивать возможность снижения мощности электродвигателя на приводе, так как восстанавливающие силы упругих связей компенсируют (уравновешивают) силы инерции вибрирующего рабочего органа, что и приводит к разгрузке привода машины [3, 4].

Разработано большое количество типоразмеров таких транспортирующих машин с трубчатыми рабочими органами. Ярким представителем является вибрационный конвейер производительностью 75 т/ч, имеющий два рабочих органа изготовленных из стальных труб 350 мм в диаметре. Упругие резиновые элементы совместно с упругими резино-металлическими деталями соединены с шатунами, которые в свою очередь соединяют в один узел две трубы. Схема с использованием взаимно-перпендикулярных плоскостей необходима крепления упругих резино-металлических деталей и шатунов [5].

Вся колебательная система машины опирается с помощью стоек с резиновыми шарнирами и специальных осей (которые соединяют шатуны) на опорную раму. Эксцентриковый вал привода присоединён к нижней части рабочего органа, шатуны присоединены к множественным упругим резино-металлическим деталям, которые расположены на верхней части рабочего органа. Ременная передача обеспечивает крутящий момент на валу эксцентрика, передаваемый от двигателя привода. Данная вибрационная машина функционирует мягко и бесшумно, потому что её упругие элементы работают на сдвиг. Такая упругая система отличается от других большей надёжностью, долговечностью и безотказностью.

Вибрационное перемещение грузов на значительные дистанции (в районе 20 метров) обеспечивается установками типа ВПТУ-3М. Такая машина при необходимости может помимо вибрационного перемещения осуществлять и вибропневматическое перемещение по рабочему органу, в таком случае гарантированно повышение производительности минимум в два раза. Машины собирается из определённого количества подобных узлов (секций) с индивидуальными приводами в каждом. В настоящее время наиболее распространены установки длиной около 120 м, которые собраны из определённого числа секций [6, 7].

Для эксплуатации установки ВПТУ-3М во втором режиме работы, она соединяется с различными специальными питателями, например, с пневматической закладочной машиной БПЗМ-2М или другими машинами этой серии. Шарнирно-телескопические элементы являются специальными деталями для присоединения отдельных секций, такие соединительные узлы позволяют несинхронные колебания для рабочих органов и отдельных секций. С помощью таких же элементов обеспечивается связь питателя с рабочими органами

с обеспечением герметичности скрепления узлов машины как подвижных, так и неподвижных. Любая секция вибрационной машина включает в свой состав определённый перечень узлов и деталей: основание машины, система упругих опор, минимум два рабочих органа [2, 8].

Каждый рабочий орган представляет собой конструкцию из труб по четыре метра длиной, их внутренний диаметр минимум 150 мм, соединение фланцевое с использованием болтов. Для получения жёсткости соединения и заодно герметичности применяются уплотнительные резиновые кольца на поверхности фланцев. Для компенсации сил инерции всех частей машины, соединения рабочих органов между собой и с другими частями применяются только упругие опоры (резиновые), любая упругая опора включает в свой состав четыре комплекта пластинчатых рессор, плюс два коромысла.

К рабочим органам вибрационной машины присоединяются концы всех комплектов рессор посредством хомутов и угольников. Дополнительно к рабочим органам крепятся коромысла; их проушины, расположенные с краёв, имеют резиновые втулки, которые в них запрессованы. В средние проушины коромысла запрессована ось, её концы жестко соединены со стойками основания, все эти соединения выполнены с помощью резиновых втулок. Центр инерции колеблющихся рабочих органов совпадает с центром опорной оси, во время колебательного процесса подвеска, имеющая только шарниры с резиновыми втулками, имеет возможность проворачиваться вокруг опорной оси [9].

Целью исследования является обоснование необходимости правильного выполнения определённых технических операций, которыми производственники – эксплуатанты обычно пренебрегают, при наладке и настройке вибрационных конвейеров и подобных устройств с эксцентриковым приводом перед их запуском в длительную эксплуатацию на пищевых и рыбоперерабатывающих производствах.

Материалы и методы исследования. Для начала рассмотрим эксцентриковые или кривошипно-шатунные механизмы, здесь следует обратить внимание на возвратно-поступательное перемещение рабочих органов, вследствие чего возникают переменные по знаку и величине инерционные силы, которые направлены по линии перемещения рабочих органов.

В большинстве случаев на практике используют лишь частичное уравновешивание колебательной системы, так как задача уравновешивания здесь сложная [2, 3].

На рисунке 1 показана схема уравновешивания двух рабочих органов, установленных под углом *180* градусов. Перемещение рабочих органов можно рассматривать как гармонические колебания в одной плоскости, которая перпендикулярна оси подвесок, что абсолютно точно в среднем её положении. Такое допущение принимается потому, что длина подвесок к эксцентриситету имеет достаточно большое значение и для производственных целей такая точность расчётов вполне приемлема.

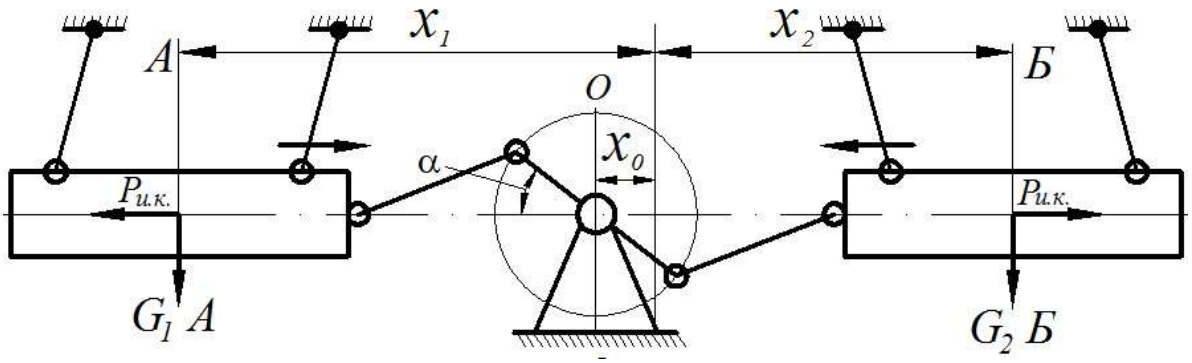


Рисунок 1 – Схема уравновешивания рабочих органов, установленных под углом 180 градусов: *А-А*, *Б-Б* – оси, проведённые через центры масс рабочих органов; $P_{и.к.}$ – силы инерции рабочих органов; G_1 и G_2 – массы рабочих органов

Центр масс системы рабочих органов всегда находится в покое $X_0 = 0$, в случае если $G_1 = G_2$ и $X_1 = X_2$. Т. к. центры масс рабочих органов (центры инерции) двигаются в одной плоскости, вал кривошипа совпадает с осью, принадлежащей той же плоскости, посередине центров инерции рабочих органов, расположенных под углом 180 градусов, то при одинаковых колеблющихся рабочих органах, такую колебательную систему можно считать полностью уравновешенной [10].

Рассмотренная схема имеет редкое применение на производстве, причиной тому является громоздкость механизма, сложный подвод и отвод подающегося и переработанного продукта, потребность в здании большей высоты и площади (в сравнении с другими схемами подобных механизмов). Следует также отметить неудобство доступа к самому механизму, расположенному между двух колеблющихся рабочих органов (особенно в случае настройки работы механизма).

На рисунке 2 показана схема уравновешивания рабочих органов, колеблющихся в параллельных плоскостях. Если рабочие органы движутся в отличных друг от друга горизонтальных плоскостях, и ещё при этом обязательно присутствует пара сил с плечом, которое равно длине между центрами инерции (масс) рабочих органов, никакой полной уравновешенности сил инерции не может быть [11].

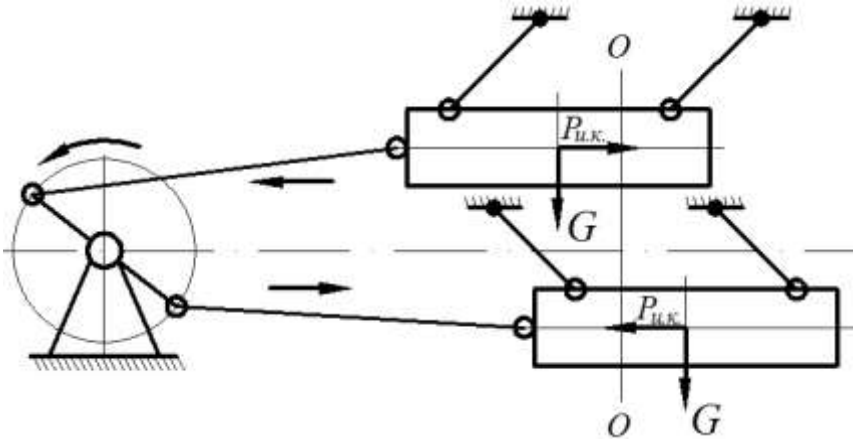


Рисунок 2 – Схема уравновешивания рабочих органов установленных в параллельных плоскостях

Использование балансиров для уравновешивания подобных механизмов, является одним из эффективных способов решения этой проблемы. На рисунке 3 представлена схема уравновешивания рабочего органа с кривошипно-шатунным (эксцентриковым) механизмом с помощью вращающегося балансира.

Примем точку «С» как средоточие равнодействующей сил инерции – $P_{и.к.}$ рабочего органа, перемещающегося поступательно и заметим, что длина шатуна – l намного больше r – радиуса кривошипа, поэтому $P_{и.к.}$ определится по формуле (1):

$$P_{и.к.} = \frac{G_к}{g} = \omega^2 \cdot r \cdot \sin\alpha. \quad (1)$$

Мысленно представим силу $P_{и.к.}$ в точке соединения кривошипа, лежащей параллельно изначальному положению, рис. 3.

Если силу инерции балансира – $P_{и.г.}$ заменить двумя силами: одна по нормали к нему $P_б$, другая по направлению перемещения рабочего органа $P_а$, то получим выражения для определения этих сил:

- сила, действующая в горизонтальной плоскости

$$P_a = P_{и.г.} \cdot sin\alpha = \frac{G_r}{g} \cdot \omega^2 \cdot R \cdot sin\alpha, \quad (2)$$

- сила, действующая в вертикальной плоскости

$$P_б = P_{и.г.} \cdot \cos\alpha = \frac{G_г}{g} \cdot \omega^2 \cdot R \cdot \cos\alpha\,. \quad (3)$$

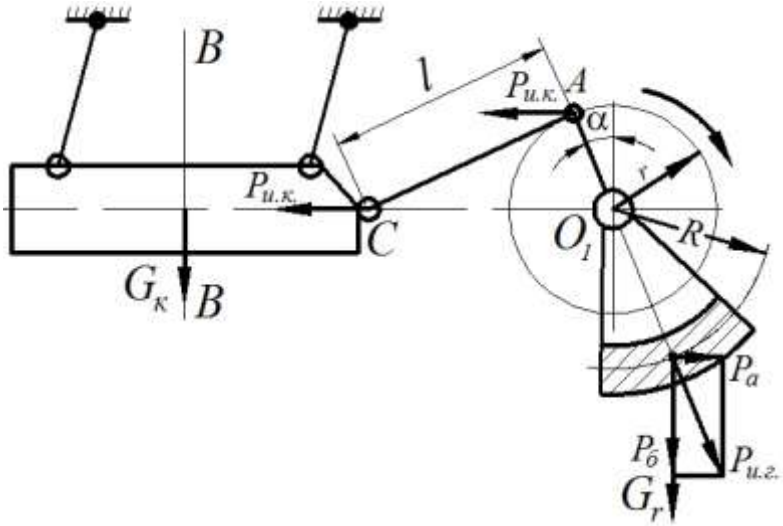


Рисунок 3 – Схема уравновешивания рабочего органа с кривошипно-шатунным (эксцентриковым) механизмом с помощью вращающегося балансира:
R – радиус центра вращения (масс) балансира; *r* – радиус вращения кривошипа; $P_{и.к.}$ – сила инерции рабочего органа, $P_{и.г.}$ – центробежная сила инерции балансира; G_r – масса балансира; $G_к$ – масса рабочего органа.

Если не учитывать массы кривошипа и шатуна, есть возможность найти такое значение G_r и R, таким образом, что сила $P_a = P_{и.к.}$ Всё это только при возвратно-поступательном перемещении рабочего органа. Или можем записать следующее:

$$\frac{G_г}{g} \cdot \omega^2 \cdot R \cdot sin\alpha = \frac{G_к}{g} \cdot \omega^2 \cdot r \cdot sin\alpha. \quad (4)$$

Математически упрощая выражение (4) получим следующую зависимость:

$$G_r \cdot R = G_к \cdot r. \quad (5)$$

Данное выражение (5) является равенством статических моментов сил тяжести рабочего органа и балансира (в общем виде).

Естественно в этом уравновешивании, появляется вертикальная составляющая $P_б$, при вертикальном положении балансира ($\alpha = 0$ или $\alpha = 180$ градусов) она достигнет максимума, что можно записать выражением:

$$P_{б.max} = \frac{G_г}{g} \cdot \omega^2 \cdot R. \quad (6)$$

К настоящему моменту из производственной практики стало известно, что уравновешивание поступательно-перемещающихся рабочих органов должно быть частичным (приблизительно точным, с погрешностью), а не полной (абсолютно точной). Нужно избавиться от значительной неуравновешенности в вертикальном направлении, а точная уравновешенность приведёт к вредным последствиям из-за не идеальности рабочих органов. Обычно силы инерции колеблющихся органов в таких механизмах уравновешивают вращающимися грузами на 60-70 % [12].

При использовании бескривошипного привода, также возможно прямолинейное возвратно–поступательное перемещение рабочего органа. В схеме, приведённой на рисунке 4 на дистанции m, которая находится в промежутке между крайним левым (ось А-А) и крайним правым (Б-Б) положением рабочего органа, лежит центр его массы и центр масс материальной системы. Если используем бескривошипный привод, то при такой схеме ось O_1 колеблется совместно с рабочим органом.

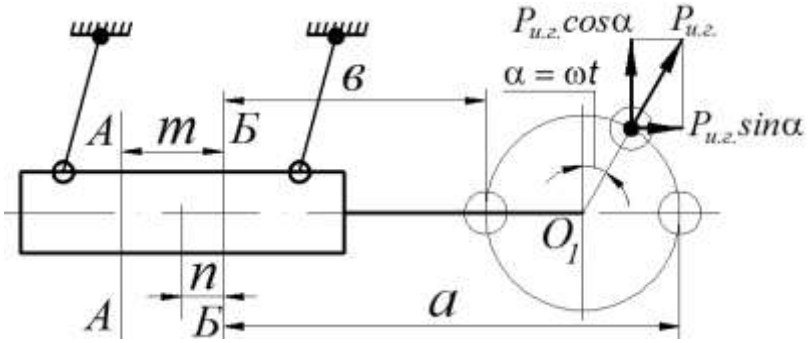


Рисунок 4 – Схема прямолинейного возвратно-поступательного колебания рабочего органа для бескривошипного механизма: *А-А* – ось, проходящая через центр рабочего органа в его крайнем левом положении; *Б-Б* – ось, проходящая через центр масс колеблющейся системы

Если рассмотреть эту систему (рабочий орган – привод бескривошипный) как материальную точку, подвешенную на длинных подвесках, где реакция подвесок всегда и в любых позициях направлена по вертикали, то можно применить к ней теорему о перемещении центра масс [4, 12].

Согласно этой теореме о перемещении центра масс, ее нужно представлять как такую систему, в которой сумма проекций внешних сил на горизонтальную ось равна нулю. Следовательно, в крайнем правом положении рабочего органа, он займет крайнее левое положение, а при крайнем левом положении рабочего органа он займет крайнее правое положение. Амплитуда колебаний такой системы определится как $(m-n)/2$.

Эта система также будет иметь основной недостаток кривошипного механизма. Сила инерции рабочего органа всегда уравновешивается силой инерции самого органа (его горизонтальной составляющей). А вертикальная составляющая силы инерции рабочего органа наберёт свой максимум в тех же точках как у привода с кривошипом ($\alpha = 0$ или $\alpha = 180$ градусов), что оставит недопустимую неуравновешенность, которая в дальнейшем вызовет переменные динамические реакции в подвесках.

В последнее время всё больше находят себя в производстве уравновешенные вибрационные конвейеры с одним рабочим органом и уравновешивающей массой. На рисунке 5 показана конструкция уравновешенного конвейера с одним грузонесущим органом. В данной машине рабочий орган – *1* в противофазе с уравновешивающей массой – *6* совершает колебательное движение. Оси качалок (шарниров) – *2* полностью опёрты на опоры – *3*, оси качалок сконструированы так, чтобы их длина делась пропорционально весам колеблющегося рабочего органа, т.е. когда эти массы одинаковы, то силы инерции оказываются полностью уравновешенными. Эксцентриковый привод – *5* передаёт возмущающую инерцию всей колебательной системе, и он жёстко прикреплён к раме – *4*.

Упругие детали (элементы) всей конструкции – это пластинчатые рессоры и пружины (витые цилиндрические). Жесткость упругих деталей задана для резонансного режима эксплуатации машины. Поэтому получается, что согласно с расчетной схемой работы, сопротивление перемещению груза и сопротивление трению в упругой системе – это всё на что будет расходоваться усилие возмущающей силы. Сопротивление вибрационному перемещению и гистерезис не будут иметь существенных значений, следовательно, серьёзные реакции не могут воздействовать на опорную раму [6].

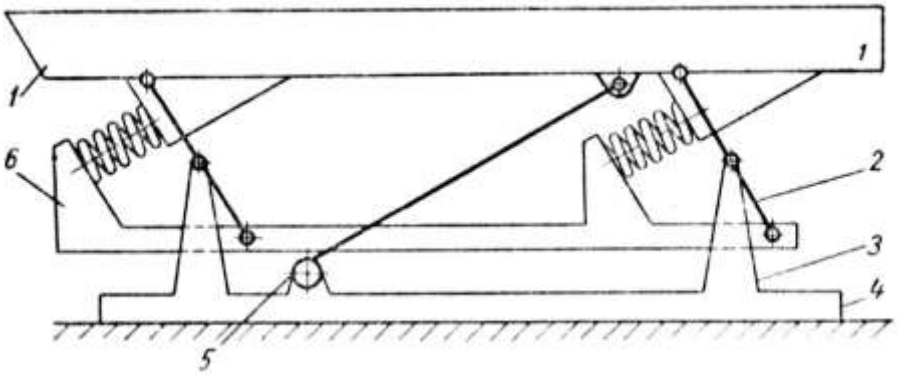


Рисунок 5 – Принципиальная схема вибрационного конвейера ВТМ-18 с эксцентриковым приводом

Представленная динамическая система привела к созданию достаточно простого и надежного при эксплуатации вибрационного конвейера с применением эксцентрикового привода. Этот вибрационный конвейер типа ВТМ-18 изображён на рисунке 5.

Транспортирование сыпучих грузов, например, сахара песка, происходит с производительностью 80 т/ч. Стандартная длина конвейера приблизительно 19 м. Данный тип конвейера соответствует техническому уровню современного импортного оборудования по энерго- и металлоёмкости среди лучших уравновешенных конвейеров с эксцентриковым приводом.

Известные конвейера с названием «Vimek» применяются сегодня во многих отраслях промышленности РФ. Эти конвейера проектируются с уравновешенной и с неуравновешенной конструкцией. При изготовлении они настраиваются на резонансный режим эксплуатации. Их важная особенность – низкая частота колебаний рабочего органа 8…9 Гц и большая амплитуда его колебаний 12…13 мм. Выбранный (низкочастотный) режим работы с использованием резонанса допускает эксплуатацию «мягкой упругой системы», это позволяет применять более дешёвые материалы при изготовлении упругой системы, уменьшает паразитные рассеивания колебаний и динамические нагрузки на опорную раму. Большая амплитуда колебаний рабочего органа располагает к высоким скоростям вибрационного перемещения. Производятся такие машины с мощностью электродвигателя 7…10 кВт, длина используемой поверхности рабочего органа составляет 22…25 метров, производительность по паспорту около 60 т/ч. Упругая система машины состоит из пластинчатых рессор (материал стекловолокно) и винтовые пружины (материал сталь) [8].

Согласно конструкции машины, центры тяжести рабочего органа и уравновешивающей массы совпадают, такая конструктивная особенность системы уравновешивания в настоящее время принимается как самая совершенная. Конструктивно это получается за счёт крепления продольных балок с обеих сторон рабочего органа, который колеблется в противофазе с ними и как следствие этим реализуется уравновешивание разнонаправленных сил инерции.

Эксцентриковый привод машины имеет систему для плавного пуска и выбега, а также для устойчивой работы в установившихся режимах, такая система называется «демпферной». Привод, изображённый на рисунке 6, включает в себя аналогичные автомобильным амортизаторам демпферы *1* и *5*. Один конец демпферов крепится к

коромыслу-балансиру *3*, а другой к рабочему органу *2*. Коромысло-балансир *3* имеет трёхшарнирную конструкцию и средним шарниром соединяется с рабочим органом *2*. Последним третьим шарниром коромысло-балансир *3* крепится к шатуну *4*. Запуск конвейера отмечается проворачиванием коромысла-балансира вокруг среднего шарнира, демпфер при этом немного растягивается.

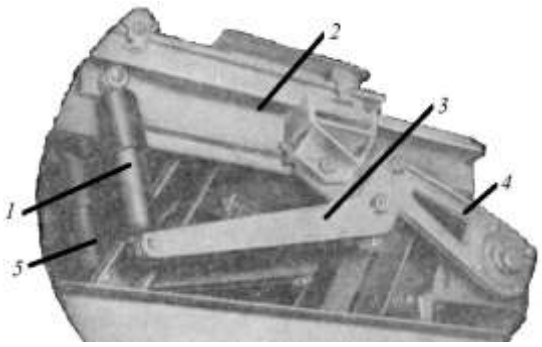


Рисунок 6 – Эксцентриковый привод вибрационного конвейера «Vimek»

Из-за короткого плеча коромысла-балансира *3* (в сравнении с рабочим органом), рабочему органу передаётся перемещение, которое по величине будет меньшим, чем эксцентриситет приводного вала. Когда в плавном режиме произойдёт достижение рабочего значения частоты колебаний рабочего органа, произойдёт снижение усилий для эксплуатационного функционирования конвейера. Это значит, что восстанавливающие силы упругих связей компенсируются силами инерции колеблющихся масс. Вследствие чего снизится значение амплитуды коромысла-балансира *3* и возрастёт размах колебаний рабочего органа.

В данном приводе приложение усилий для деформации амортизаторов, будет возрастать по мере того, как изменяется скорость их приложения – это можно считать главной отличительной особенностью эксцентрикового механизма. Таким образом, при максимальных оборотах конвейер превращается в одно «жесткое» звено, а чем меньше обороты, тем «мягче» работает амортизатор. Также это означает, что амортизаторы и привод в момент запуска показывают себя как «мягкие» и упругие, а при выходе в рабочий режим они превращаются в жесткое звено.

Среди небольших по размерам вибрационных конвейеров выпускаются малой серией вибрационные конвейеры типа ВКМ-2М. Их габариты являются наименьшими в числе отечественных разработок вибрационных транспортирующих машин: высота 260 мм, ширина 750 мм. Согласно с задумкой конструкторов две части рабочего органа колеблются в противофазе, эксцентриковый вибратор имеет смещённые на 180 градусов эксцентрики. В конструкции упругой системы широко применяются резинометаллические упругие детали, торсионы и резиновые элементы. Самые последние модели этих вибрационных конвейеров имеют еще меньшие габариты около 200 мм [8, 12].

Таким образом, общие основы расчета и проектирования вибрационных транспортирующих машин всесторонне представлены в учебной литературе. Обратим внимание на первостепенные аспекты расчёта и проектирования конвейеров с эксцентриковым приводом и специальные технические вопросы наладки и настройки такого оборудования.

Результаты исследования и их обсуждение. Важнейшим вопросом можно считать прочное (стационарное) соединение рамы конвейера с фундаментом, что является необходимым условием при проектировании вибрационных машин неуравновешенного типа.

Однако в случае, если конвейер должен быть спроектирован как передвижное оборудование, то должна выполняться эмпирическая зависимость, определяющая значение

веса рамы конвейера Q, отображённая следующим выражением:

$$Q \geq \frac{10\varepsilon \cdot \left(m_1 + m_{пр}\right) \cdot \sqrt{\omega^3}\left(\mu \sin\alpha + \cos\alpha\right)}{\mu}, \quad кг, \tag{7}$$

где ε – эксцентриситет вала, *см*;

m_1 – масса рабочего органа, $кг \cdot сек^2/см$;

$m_{пр}$ – присоединенная масса груза, $кг \cdot сек^2/см$;

ω – угловая частота колебаний, *Гц*;

α – угол направления вибраций, *градусы*;

μ – коэффициент трения.

В случае выполнения неравенства (7) металлоемкость неуравновешенного вибрационного конвейера увеличится вдвое и масса его рамы достаточно значительной. Если необходимо произвести расчёт вибрационного конвейера с уравновешивающей массой, то можно применять тоже неравенство (7), заменив сумму двух масс одной $m_{пр}$.

Можно принять вес рамы по конструктивным соображениям без точных расчётов, но тогда его значение окажется значительно больше веса, рассчитанного из неравенства (7). Такая рама не требует жесткого крепления к фундаменту.

При проектировании вибрационного конвейера следует выполнить ещё два обязательных условия: обеспечить достаточную жёсткость несущей рамы на отрезке соединения с шатуном привода, и сделать тоже самое на отрезке крепления эксцентрикового привода. Значит при дистанции конвейера больше 20 метров, приводная секция изготавливается длиной 2…3 метра, при этом она имеет высокую жёсткость и прочность. Остальные секции могут не располагать такими характеристиками. Требование к указанным выше характеристикам приводных секций желательно выполнять ко всем вибрационным машинам с эксцентриковым приводом.

Большое число различных качалок и шарнирных соединений в конструкции вибрационных конвейеров приводит к многочисленным проблемам при эксплуатации, наладке, ремонте. Поэтому следует обращать внимание на выбор этих деталей высокого качества (точности) и минимально необходимого их количества в конструкции.

В число популярных деталей упругой системы входят резинометаллические шарниры и резиновые втулки в осевых опорах. Такие детали не требуют смазки и особого ухода, но следует помнить, что резина стареет со временем и теряет свои свойства и это требует периодической замены всего комплекта. Точность изготовления резинометаллических и резиновых изделий в российской промышленности оставляет желать лучшего и, как правило, такие детали перед установкой следует проверять на точность и если необходимо, то и дорабатывать этот параметр.

В настоящее время считается надёжной и технологичной схема шарнирного узла вибрационных конвейеров ВТМ-18 (рис. 7). Для определения рациональных габаритов резиновых втулок используются следующие соотношения:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{D_p - d_p}{D_{вт} - d_{вт}} = 1{,}2...1{,}25; \\ &\frac{q}{d_{вт} \cdot l} = 2...3 \quad кг/см^2; \end{aligned}\right\}, \tag{8}$$

при этом $D_p > D_{вт}$; $d_p < d_{вт}$;

здесь D_p и d_p – наружный и внутренний диаметры резиновой втулки, *см*;

$D_{вт}$ – внутренний диаметр наружной стальной втулки, *см*;

$d_{вт}$ – наружный диаметр разрезной стальной втулки, *см*;

q – максимально допустимая нагрузка в одном шарнире, *кг*;

l – высота резиновой втулки в *см*.

Производство таких втулок осуществляется с помощью процесса вулканизации из сырой резины и специальных металлических форм под воздействием пресса.

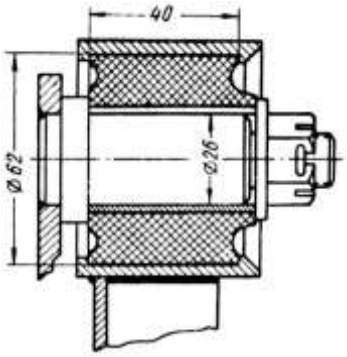


Рисунок 7 – Резинометаллический шарнир вибрационного конвейера

Важнейшим при конструировании является выбор оптимальной амплитуды колебаний рабочего органа, а также точный диапазон резонансного режима по частоте и амплитуде уточняемый опытным путём. Это относится к производству любого резонансного вибрационного конвейера с эксцентриковым или другим типом привода.

Уточнение и настройку конвейера опытным путём рекомендуется производить в ниже изложенной очерёдности:

1. Соединив рабочий орган с шатуном эксцентрикового вала и закрепить эксцентриковый привод на приводной секции. Элементы крепления шатуна должны быть упругими и обеспечивать возможность регулировочного изменения жесткости упругой системы. Эксцентриковый вал соединяется с двойным эксцентриком, что позволяет изменять эксцентриситет для изменения амплитуд колебаний рабочего органа, отличных от расчётных приблизительно на 0,5...1,5 мм.
2. Число оборотов вала эксцентрика должно обеспечиваться плавным регулированием, с использованием в конструкции вариатора или подобного механизма.
3. После достижения установившегося оптимального режима отрегулировать и проконтролировать практические значения частоты и амплитуды рабочего органа.

Расчёт всей конструкции в целом аналогичен расчету механической части электрических вибрационных машин (подбор мощности двигателя для резонансного режима т.д.), который приведён во многих учебных пособиях по вибрационной технике.

Выводы. Если при запуске нового оборудования учесть значение массы рамы конвейера (при необходимости увеличив его), обеспечить оптимальные габариты резиновых втулок в шарнирах (возможно заменив или доработав их), а также правильно выполнить вышеперечисленные 3 пункта, то вибрационный конвейер будет функционировать в диапазоне резонансного или околорезонансного режима. Такой режим обеспечит тихое, устойчивое, равномерное вибрационное перемещение материала. В противном случае перемещение будет неравномерным «рваным», колебания будут несимметричными, работа конвейера в целом неприятно шумной, а износ деталей упругой системы конвейера и привода не заставит себя долго ждать.

Список использованной литературы:

1. *Мерданов Ш.М., Смолин Н.И., Иванов А.А., Шефер В.В.* Машины непрерывного транспорта: учебное пособие. Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2010. 208 с. EDN UZDWAJ.
2. *Гадеев А.В., Максимов А.Б.* Неразрушимый метод контроля механического свойства судовой стали на предприятиях судостроения и судоремонта // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 3. С. 470-483. EDN

GWPPBF.
3. *Фалько А.Л.* Определение фазовых углов движения высокодисперсного слоя по плоской и вибрирующей поверхности // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции (Феодосия, 10-14 мая 2023 года). Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2023. С. 21-28. EDN QWUHPU.
4. *Фалько А.Л., Степанов Д.В., Фалько А.Л.* Перспективная конструкция вибрационного конвейера для использования в линиях по переработке свежей или размороженной рыбы // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 3 (29). С. 94-103. EDN EJFKFS.
5. Патент № 2532235 РФ. Вибрационная транспортирующая машина / В.И. Антипов, Р.И. Антипова, А.В. Кошелев, Н.Н. Денцов. С2 МПК B06B 1/00 № 2012129338/28. EDN RNIJLM.
6. *Антипов В.И., Ефременков В.В., Руин А.А., Субботин К.Ю.* Повышение эффективности работы вибрационных механизмов за счет возбуждения низкочастотного резонансного режима колебаний // Стекло и керамика. 2007. № 5. С. 13-16. EDN IBDHFZ.
7. *Кристаль М.Г.* Разработка методов проектирования автоматических устройств повышенной производительности и надежности для сборки: автореф. дис. … д-ра техн. наук: 05.02.08, 05.13.06 / Марк Григорьевич Кристаль. М., 2009. 32 с. EDN NKWGQR.
8. *Соколов С.А., Яшонков А.А., Соколов А.С.* Экспериментальная оценка кинетики деградации витамина С в соках цитрусовых плодов, обработанных высоким гидростатическим давлением // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 1. С. 103-125. DOI: 10.47404/2619-0605_2022_1_103. – EDN IQSIVJ.
9. *Rodimtsev S.A., Kuznetsov Y.A., Kolomeichenko A.V. et al.* Evaluation of the noise level of impact systems in grain production // INMATEH – Agricultural Engineering. 2019. Vol. 57. № 1. P. 45-54. DOI 10.35633/inmateh_57_05. EDN WRMGBK.
10. Materials conveying, loading and storage // Plastics Technology. 1996. Vol. 42. № 8. P. 303-313. EDN CIPKOF.
11. Yeleukulov Y., Atalykova A., Zhauyt A. et al. Mechanical analysis of vibratory conveyor mechanism // MATEC Web of Conferences. XIV International Scientific-Technical Conference “Dynamic of Technical Systems” (DTS-2018). 2018. Vol. 226. P. 01019. DOI: 10.1051/matecconf/201822601019. EDN WTPWXB.
12. *Frei P.U.* Theory, design and implementation of a novel vibratory conveyor. 2002. DOI: 10.3929/ETHZ-A-004304818. EDN FUTNQV.

References:

1. Merdanov Sh.M., Smolin N.I., Ivanov A.A., Shefer V.V. *Mashiny nepreryvnogo transporta* [Continuous Transport Machines]. Tyumen', Tyumenskiy gosudarstvennyy neftegazovyy universitet Publ., 2010, 208 p. EDN UZDWAJ. (In Russian).
2. Gadeyev A.V., Maksimov A.B. Nerazrushimyy metod kontrolya mekhanicheskogo svoystva sudovoy stali na predpriyatiyakh sudostroyeniya i sudoremonta [An indestructible method for controlling the mechanical properties of ship steel at shipbuilding and ship repair enterprises]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2022, no. 3, pp. 470-483. EDN GWPPBF. (In Russian).
3. Fal'ko, A. L. Opredeleniye fazovykh uglov dvizheniya vysokodispersnogo sloya po ploskoy i vibriruyushchey poverkhnosti [Determination of phase angles of motion of a highly dispersed layer on a flat and vibrating surface]. *Sbornik materialov 4 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsionnyye napravleniya integratsii nauki, obrazovaniya i proizvodstva»* [Collection of materials of the 4th International Scientific and Practical Conference “Innovative directions of integration of science, education and production”].

Kerch', KSMTU Publ., 2023, pp. 21-28. EDN QWUHPU. (In Russian).
4. Fal'ko A.L., Stepanov D.V., Fal'ko A.L. Perspektivnaya konstruktsiya vibratsionnogo konveyyera dlya ispol'zovaniya v liniyakh po pererabotke svezhey ili razmorozhennoy ryby [A promising design of a vibrating conveyor for use in lines for processing fresh or thawed fish]. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products], 2019, no. 3 (29), pp. 94-103. EDN EJFKFS. (In Russian).
5. Antipov V.I., Antipova R.I., Koshelev A.V., Dentsov N.N. Vibratsionnaya transportiruyushchaya mashina [Vibrating conveying machine]. Patent RF no. 2532235 C2, MPK B06B 1/00, no. 2012129338/28. EDN RNIJLM. (In Russian).
6. Antipov V.I., Yefremenkov V.V., Ruin A.A., Subbotin K.Yu. Povysheniye effektivnosti raboty vibratsionnykh mekhanizmov za schet vozbuzhdeniya nizkochastotnogo rezonansnogo rezhima kolebaniy [Increasing the efficiency of vibration mechanisms due to the excitation of a low-frequency resonant oscillation mode]. *Steklo i keramika* [Glass and Ceramics], 2007, no. 5, pp. 13-16. EDN IBDHFZ. (In Russian).
7. Kristal' M.G. *Razrabotka metodov proyektirovaniya avtomaticheskikh ustroystv povyshennoy proizvoditel'nosti i nadezhnosti dlya sborki. Avtoref diss. dokt. tekhn. nauk* [Development of design methods for automatic devices with increased performance and reliability for assembly. Dr. engin. sci. diss. abstr.]. Moscow, 2009, 32 p. EDN NKWGQR. (In Russian).
8. Sokolov S.A., Yashonkov A.A., Sokolov A.S. Eksperimental'naya otsenka kinetiki degradatsii vitamina C v sokakh tsitrusovykh plodov, obrabotannykh vysokim gidrostaticheskim davleniyem [Experimental evaluation of the kinetics of vitamin C degradation in citrus fruit juices treated with high hydrostatic pressure]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2022, no. 1, pp. 103-125. (In Russian). DOI: 10.47404/2619-0605_2022_1_103. EDN IQSIVJ.
9. Rodimtsev S.A., Kuznetsov Y.A., Kolomeichenko A.V. et al. Evaluation of the noise level of impact systems in grain production. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 2019, vol. 57, no. 1, pp. 45-54. EDN WRMGBK. (In English).
10. Materials conveying, loading and storage. *Plastics Technology*, 1996, vol. 42, no. 8, pp. 303-313. EDN CIPKOF. (In English).
11. Yeleukulov Y., Atalykova A., Zhauyt A. et al. Mechanical analysis of vibratory conveyor mechanism. *MATEC Web of Conferences, 14th International Scientific-Technical Conference "Dynamic of Technical Systems" (DTS-2018)*, 2018, vol. 226, pp. 01019. DOI: 10.1051/matecconf/201822601019. EDN WTPWXB. (In English).
12. Frei P.U. Theory, design and implementation of a novel vibratory conveyor. 2002. EDN FUTNQV. (In English). DOI: 10.3929/ETHZ-A-004304818.

Сведения об авторе / Information about author

Фалько Александр Леонидович	д-р техн. наук, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82. 298324, Республика Крым, г. Керчь, ул. Ульяновых 3а, кв. 80 falkoas@rambler.ru
Falko Alexander Leonidovich	Dr. Sci. (Engin.), Professor of the Department of machines and apparatuses of food production Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82. 298324, Republic of Crimea, Kerch, Ulyanovstr. 3a, apt. 80. falkoas@rambler.ru

УДК 519.673:664.956 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.019**

Яшонков А.А., Соколов С.А.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГАЛЕРКИНА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СТЕФАНА НА ПРИМЕРЕ СУШКИ РЫБНОГО СЫРЬЯ

Аннотация. Рыбное сырье достаточно часто подвергается такому виду тепловой обработки, как сушка. При этом начальная влажность рыбного сырья 70-80 %. Моделирование процесса испарения влаги в капиллярно-пористом высоковлажном материале, к которому относится рыбное сырье, является в достаточной степени сложным. В процессе сушки с учетом подвода теплоты происходит движение границы раздела влажного и высушенного материала. На этой границе происходит переход из одного агрегатного состояния в другое, на что требуется теплота фазового перехода – испарения. Задача моделирования процесса сушки капиллярно-пористого материала может быть сформулирована как задача о сопряжении двух температурных полей при наличии особого граничного условия на движущейся границе раздела. Однако такое моделирование отличается нелинейностью, в том числе для граничных условий. В качестве решения рассмотрена задача Стефана с граничными условиями первого рода. В процессе моделирования был применен метод Галёркина, который показал возможность достижения высокой точности при небольшом числе членов в решении задач с подвижной границей.
Ключевые слова: задача Стефана, метод Галёркина, моделирование процесса сушки, сушка рыбного сырья.

Yashonkov A.A., Sokolov S.A.

APPLICATION OF THE GALERKIN METHOD TO SOLVE THE STEFAN PROBLEM USING THE EXAMPLE OF DRYING FISH RAW MATERIALS

Abstract. Fish raw materials are often subjected to such a type of heat treatment as drying. At the same time, the initial moisture content of fish raw materials is 70-80%. Modeling the process of moisture evaporation in a capillary-porous high-moisture material, which includes fish raw materials, is sufficiently complex. During the drying process, taking into account the heat supply, the boundary of separation of wet and dried material moves. At this boundary, there is a transition from one aggregate state to another, which requires the heat of the phase transition – evaporation. The problem of modeling the drying process of a capillary-porous material can be formulated as a problem of conjugation of two temperature fields in the presence of a special boundary condition at a moving interface. However, such modeling is characterized by non-linearity, including for boundary conditions. The Stefan problem with boundary conditions of the first kind is considered as a solution. In the modeling process, the Galerkin method was applied, which showed the possibility of achieving high accuracy with a small number of terms in solving problems with a movable boundary.
Keywords: Stefan's task, Galerkin's method, modeling of the drying process, drying of fish raw materials.

Введение. Сушка, вероятно, является старейшим и наиболее часто применимым методом консервирования продуктов питания. Этот процесс улучшает стабильность пищевых продуктов, поскольку значительно снижает водную и микробиологическую активность материала и сводит к минимуму физические и химические изменения при хранении. В свою очередь, сушеные гидробионты являются одним из наиболее важных экспортируемых морепродуктов во многих странах. Большинство исследований кинетики сушки рыбного сырья были сосредоточены на методах сушки конвективным паром, перегретым паром, при помощи теплового насоса и др. [1-4]. Как было изучено нами ранее [5, 6], сушка остаётся одним из перспективных и повсеместно применяемых методов теплой

обработки – консервирования, как для рыбы, так и для морепродуктов.

Одним из важнейших аспектов технологии сушки является его моделирование. Сушка – сложный термический процесс, при котором передача нестационарного тепла и влаги происходит одновременно. С инженерной точки зрения важно лучше понять управляющие параметры этого сложного процесса. Математические модели процессов сушки используются для проектирования новых или совершенствования существующих систем сушки или даже для контроля процесса сушки. Следовательно, расширение видов моделей процесса сушки является актуальной. Многие процессы теплообмена связаны с изменением агрегатного состояния или физико-химической природы материала [7]. При этом теплофизические коэффициенты тела меняются скачкообразно и для переходов требуется теплота плавления, сорбции, испарения или теплота химической реакции [8]. Из перечисленных задач подробно рассмотрена задача испарения в капиллярно-пористом материале в процессе его нагрева от температуры ниже температуры испарения воды теплоносителем с температурой значительно выше этой температуры испарения. Указанная задача соответствует сушке высоковлажных материалов, к которым относится рыбное сырье.

Целью исследований является математическое моделирование процесса сушки капиллярно-пористых материалов на примере сушки филе бычка азовского.

Материалы и методы исследования. Влажный материал имеет начальное распределение температуры $f(x) = T_o$, которая ниже температуры испарения влаги $T_и$ [9]. В начальный момент времени $(\tau = 0)$ на поверхности моделируемой зоны материала устанавливается температура среды T_c, которая при всех изменениях всегда $T(R, \tau) = T_c$ больше температуры испарения $T_и$. В результате в капиллярно-пористом материале образуется высушенный слой переменной толщины $\xi = \varphi(\tau)$. Нижняя подвижная граница его всегда имеет температуру испарения $T_и$. На этой границе происходит переход из одного агрегатного состояния в другое, на что требуется теплота фазового перехода (испарения) ρ (Дж/кг). Таким образом, верхняя граница $(x = \xi)$ влажной зоны имеет постоянную температуру испарения, а нижняя граница $(x = 0)$ переменную температуру, определяемую условием прогрева неограниченной пластины. Коэффициенты температуропроводности высушенной a_1 и влажной a_2 зоны различны, а перенос тепла в капиллярно-пористом материале происходит только в следствии теплопроводности [10].

Таким образом, задачу для полуширины неограниченной пластины математически можно сформулировать так (индекс «1» относится к сухой зоне, индекс «2» к влажной) [10]:

$$\frac{\partial}{\partial \tau} \mathrm{T}_1(\mathrm{x}, \tau) = a_1 \cdot \frac{\partial^2}{\partial \mathrm{x}^2} \mathrm{T}_1(\mathrm{x}, \tau) \ (\tau > 0; R < x < \xi), \tag{1}$$

$$\frac{\partial}{\partial \tau} T_2(x, \tau) = a_2 \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2} T_2(x, \tau) \ (\tau > 0; \xi < x < 0), \tag{2}$$

$$T_1(R, \tau) = T_{\mathrm{c}};\ \frac{\partial}{\partial x} T_2(0, \tau) = 0;\ T_2(x, 0) = T_{\mathrm{o}}\ (R < x < 0). \tag{3}$$

На границе раздела фазового перехода (испарения):

$$\lambda_1 \cdot \frac{\partial}{\partial x} T_1(\xi, \tau) - \lambda_2 \cdot \frac{\partial}{\partial x} T_2(\xi, \tau) = \rho \cdot W \cdot \gamma_2 \cdot \frac{d\xi}{d\tau}, \quad T_1(\xi, \tau) = T_2(\xi, \tau) = T_{\text{и}} \tag{4}$$

где W – влажность материала [масса влаги в единице массы сухого материала (предполагается, что влага испаряется при одной и той же температуре $T_и$, т.е. является свободной влагой); кг/кг];

γ_2 – плотность материала (кг/м^3);

$\lambda_{1,2}$ – коэффициент теплопроводности [индекс «1» относится к сухой зоне, индекс «2» к влажной; Вт/(м·^{0} К)];

ρ – теплота фазового перехода (испарения; Дж/кг).

В капиллярно-пористом материале имеются две зоны (высушенного и влажного материала), изменение температуры в которых описывается уравнениями теплопроводности (1) и (2) и граничными условиями (3). Таким образом, задача о высушивании капиллярно-пористого материала может быть сформулирована как задача о сопряжении двух температурных полей при наличии особого граничного условия на движущейся границе раздела [11]. Основная трудность решения задачи состоит в том, что условие (4) относит её к классу нелинейных задач, т.е. к задаче с нелинейными граничными условиями. При рассмотрении системы дифференциальных уравнений (1) и (2) с общими краевыми условиями (3) и (4) точные методы решения наталкиваются на значительные трудности [12].

Рассмотрим постановку задачи Стефана с граничными условиями первого рода, когда в начальный момент времени ($\tau = 0$) на поверхности высушиваемой неограниченной пластины (одномерная задача) устанавливается температура фазового перехода влаги из жидкого состояния в парообразное ($T_и$), а внутри пластины толщиной ($R = 7$ мм – согласно ранее принятым размерам рассматриваемого образца) по координате (x) в интервале ($0 < x < R$) температура остается равной начальной температуре пластины (T_o). В этом случае поставленная задача будет аналогична задаче нагревания тел (неограниченной пластины), на границе соприкосновения которых поддерживается постоянная температура и имеется отрицательный источник тепла. Поэтому решения дифференциальных уравнений (1) и (2) ищем в общем виде:

$$\begin{cases} T_1(x,\tau) = A_1 + B_1 \cdot t_1(x,\tau,R,a_1) \\ T_2(x,\tau) = A_2 + B_2 \cdot t_2(x,\tau,2\cdot\xi_\tau,a_2) \end{cases} \quad (5)$$

где t_1 – частное решение уравнения (1) для неограниченной пластины с граничным условием первого рода;

t_2 – частное решение уравнения (2) для неограниченной пластины с граничным условием первого рода;

ξ_τ – граница высушенного слоя в момент времени τ;

A_1, A_2 – постоянные нормирующие значения граничных условий (3);

B_1, B_2 – постоянные при любом значении $\boldsymbol{\tau}$.

Частные решения, входящие в (5) наиболее удобно получить с помощью представлений Галёркина для решения, уравнений в частных производных. В этом случае нестационарные задачи на основе подходов Галёркина позволяют выписать определяющие уравнения частных решений, используемых в (5). Относительная доступность компьютеров позволяет обеспечить повышенную точность решений метода Галёркина, с условием минимума машинных расчетов.

Метод Галёркина позволяет привести дифференциальное уравнение в частных производных к системе обыкновенных дифференциальных уравнений. В данном случае весовая функция, аппроксимирующая частное решение, выбирается принадлежащей семейству четных полиномиальных функций, аналогичных пробной функция решения. При этом весовые и пробные поверочные функции выбираются принадлежащими к тому же семейству, что и пробные функции и соответствуют следующим условиям:

- пробные и поверочные функции линейно независимы;
- пробные и поверочные функции представляют собой множество первых элементов полной системы функций;
- пробные функции в точности удовлетворяют граничным и начальным условиям [13, 14].

Результаты исследования и их обсуждение. В нашем случае значения точности решения для выбранного варианта метода Галёркина составляет примерно 1-10 %, который

для рассматриваемого случая в среде инженерных расчетов PTC Mathcad может быть представлен следующими модулями (рис. 1, 2).

$$
\begin{aligned}
t_1(x,\tau,r,a) := \;& q \leftarrow (2\ \ 4\ \ 6)^T \\
& \text{for } i \in 0..2 \\
& \quad v_i \leftarrow \int_0^1 \left[1-(\xi)^{q_{i,0}}\right] d\xi \\
& \quad \text{for } j \in 0..2 \\
& \quad\quad m_{i,j} \leftarrow \int_0^1 \left(1-\xi^{q_{i,0}}\right)\cdot\left(1-\xi^{q_{j,0}}\right) d\xi \\
& \quad\quad m_{r_{i,j}} \leftarrow \int_0^{\frac{r}{2}} \left[1-\left(\frac{\xi}{\frac{r}{2}}\right)^{q_{i,0}}\right]\cdot\left[1-\left(\frac{\xi}{\frac{r}{2}}\right)^{q_{j,0}}\right] d\xi \\
& \quad\quad d_{r_{i,j}} \leftarrow \int_0^{\frac{r}{2}} \left[\left[1-\left(\frac{\xi}{\frac{r}{2}}\right)^{q_{i,0}}\right]\cdot\left[\frac{d^2}{d\xi^2}\left[\left[1-\left(\frac{\xi}{\frac{r}{2}}\right)^{q_{j,0}}\right]\right]\right]\right] d\xi \\
& x \leftarrow m^{-1}\cdot v \\
& D(t,x) \leftarrow a\cdot m_r^{-1}\cdot d_r\cdot s\cdot\left(x_0\ \ x_1\ \ x_2\right)^T \\
& Z \leftarrow \mathrm{Adams}\left(x,0,6000,100,D,10^{-4}\right) \\
& yS \leftarrow \left(\mathrm{cspline}\left(Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 1\rangle}\right)\ \ \mathrm{cspline}\left(Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 2\rangle}\right)\ \ \mathrm{cspline}\left(Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 3\rangle}\right)\right)^T \\
& Y(\tau) \leftarrow \left(\mathrm{interp}\left(yS_0, Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 1\rangle}, \tau\right)\ \ \mathrm{interp}\left(yS_1, Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 2\rangle}, \tau\right)\ \ \mathrm{interp}\left(yS_2, Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 3\rangle}, \tau\right)\right)^T \\
& t \leftarrow 0 \\
& \text{for } k \in 0..2 \\
& \quad t \leftarrow t + Y(\tau)_k\cdot\left[1-\left(\frac{x}{\frac{r}{2}}\right)^{q_{k,0}}\right] \\
& 120\,°C - t\cdot(120\,°C - 20\,°C)
\end{aligned}
$$

Рисунок 1 – Модуль частного решения уравнения (1) для неограниченной пластины с граничным условием первого рода

$$
\begin{aligned}
t_2(x,\tau,r,a) := \;& q \leftarrow (2\ \ 4\ \ 6)^T \\
& \text{for } i \in 0..2 \\
& \quad v_i \leftarrow \int_0^1 \left[1-(\xi)^{q_{i,0}}\right] d\xi \\
& \quad \text{for } j \in 0..2 \\
& \quad\quad m_{i,j} \leftarrow \int_0^1 \left[1-(\xi)^{q_{i,0}}\right]\cdot\left[1-(\xi)^{q_{j,0}}\right] d\xi \\
& \quad\quad m_{r_{i,j}} \leftarrow \int_0^{\frac{r}{2}} \left[1-\left(\frac{\xi}{\frac{r}{2}}\right)^{q_{i,0}}\right]\cdot\left[1-\left(\frac{\xi}{\frac{r}{2}}\right)^{q_{j,0}}\right] d\xi \\
& \quad\quad d_{r_{i,j}} \leftarrow \int_0^{\frac{r}{2}} \left[\left[1-\left(\frac{\xi}{\frac{r}{2}}\right)^{q_{i,0}}\right]\cdot\left[\frac{d^2}{d\xi^2}\left[\left[1-\left(\frac{\xi}{\frac{r}{2}}\right)^{q_{j,0}}\right]\right]\right]\right] d\xi \\
& x \leftarrow m^{-1}\cdot v \\
& D(t,x) \leftarrow a\cdot m_r^{-1}\cdot d_r\cdot s\cdot\left(x_0\ \ x_1\ \ x_2\right)^T \\
& Z \leftarrow \mathrm{Adams}\left(x,0,6000,100,D,10^{-4}\right) \\
& yS \leftarrow \left(\mathrm{cspline}\left(Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 1\rangle}\right)\ \ \mathrm{cspline}\left(Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 2\rangle}\right)\ \ \mathrm{cspline}\left(Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 3\rangle}\right)\right)^T \\
& Y(\tau) \leftarrow \left(\mathrm{interp}\left(yS_0, Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 1\rangle}, \tau\right)\ \ \mathrm{interp}\left(yS_1, Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 2\rangle}, \tau\right)\ \ \mathrm{interp}\left(yS_2, Z^{\langle 0\rangle}\cdot s, Z^{\langle 3\rangle}, \tau\right)\right)^T \\
& t \leftarrow 0 \\
& \text{for } k \in 0..2 \\
& \quad t \leftarrow t + Y(\tau)_k\cdot\left[1-\left(\frac{x}{\frac{r}{2}}\right)^{q_{k,0}}\right] \\
& 100\,°C - t\cdot(100\,°C - 20\,°C)
\end{aligned}
$$

Рисунок 2 – Модуль частного решения уравнения (2) для неограниченной пластины с граничным условием первого рода

Представленные модули соответствуют пробному решению t_1 в интервале температур от 20 до 120 °С для высушенной зоны (рис. 1) и от 20 до 100 °С для влажной зоны t_2 (рис. 2). С учетом выше изложенного система пробных функций (5) приобретает следующий вид:

$$
\begin{cases}
T_1(x,\tau,B_1) = 120^0C + B_1\cdot t_1(x,\tau,R,a_1) - B_1\cdot 120^0C \\
T_2(x,\xi_\tau,\tau,B_2) = 100^0C + B_2\cdot t_2(x,\tau,2\cdot\xi_\tau,a_2) - B_2\cdot 100^0C
\end{cases}
\tag{6}
$$

Так как B_1 и B_2 – постоянные при любом значении τ, то очевидно, что эти величины

должны соответствовать условиям (4) на границе фронта испарения ξ_τ. В этом случае используя упорядоченное множество систем уравнений:

$$\lambda_1 \cdot \frac{\partial}{\partial x} T_1(\xi_i, \tau_i) - \lambda_2 \cdot \frac{\partial}{\partial x} T_2(\xi_i, \tau_i) = \rho \cdot W \cdot \gamma_2 \cdot \frac{d\xi_i}{d\tau}, \quad T_1(\xi_i, \tau_i) = T_2(\xi_i, \tau_i) = T_и, \tag{7}$$

Минимизируем невязку этого множества (7) по B_1 и B_2 – постоянным при любых значениях пар чисел: ξ_i, τ_i удовлетворяющих системе уравнений [14]:

$$\begin{cases} T_1(\xi_i, \tau_i) = T_и \\ T_2(\xi_i, \tau_i) = T_и \end{cases} \tag{8}$$

Совместное решение (7) и (8) в среде инженерных расчетов PTC Mathcad для множества значений пар чисел: ξ_i, τ_i удовлетворяющих этой системе уравнений возможно при начальном задании конкретных числовых параметров сформулированной выше задачи Стефана для нагрева неограниченной пластины (одномерная задача). В качестве демонстрации результативности предлагаемого подхода было реализовано численное решение, представленное для следующих числовых параметров.

Температуропроводность влажной зоны в три раза выше температуропроводности высушенной зоны [7]. В процессе сушки удаляется только свободная влага капиллярно-пористого материала. Для расчета выбран наиболее сложный с точки зрения численного моделирования начальный этап формирования температурного профиля. Так как при достаточно большом временном интервале процесса задача будет аналогична решению нагрева сопряженных тел с граничным условием четвертого рода (рис. 3, 4).

$w_н := 455\%$ $w_к := 25.6\%$ $c_G := 3670 \cdot \frac{J}{kg \cdot K}$ $\rho := 2300 \cdot \frac{1000 \cdot J}{kg}$ $\gamma_1 := 930 \cdot \frac{kg}{m^3}$ $\lambda_1(a_1) := a_1 \cdot c_G \cdot \gamma_1$ $\gamma_2 := 1093 \cdot \frac{kg}{m^3}$ $\lambda_2(a_2) := a_2 \cdot c_G \cdot \gamma_2$

$a_1 := 0.0016 \frac{mm^2}{s}$ $a_2 := 0.0049 \frac{mm^2}{s}$ $\frac{a_2}{a_1} = 3$

Ссылка:C:\Users\ST01\Documents\2023_11_27\T1.xmcd(R) Ссылка:C:\Users\ST01\Documents\2023_11_27\T2.xmcd(R)

$T_1(x, \tau, B_1) := °C(120) + B_1 \cdot t_1(x, \tau, 7 \cdot mm, a_1) - B_1 \cdot °C(120)$ $dT_1(x, \tau, B_1) := \lambda_1(a_1) \cdot \frac{\partial}{\partial x}(B_1 \cdot t_1(x, \tau, 7 \cdot mm, a_1))$

$T_2(x, \xi_\tau, \tau, B_2) := °C(100) + B_2 \cdot t_2(x, \tau, 2 \cdot \xi_\tau, a_2) - B_2 \cdot °C(100$ $dT_2(x, \xi_\tau, \tau, B_2) := \lambda_2(a_2) \cdot \frac{\partial}{\partial x}(B_2 \cdot t_2(x, \tau, 2 \cdot \xi_\tau, a_2))$

$\tau_\xi := 1 \cdot s$ $T_\xi(\xi_\tau, B_1) := root(T_1(\xi_\tau, \tau_\xi, B_1) - °C(100), \tau_\xi)$ $D\xi(\xi_\tau, \tau_\xi, B_1, B_2) := \frac{dT_1(\xi_\tau, \tau_\xi, B_1) - dT_2(\xi_\tau, \xi_\tau, \tau_\xi, B_2)}{\rho \cdot (w_н - w_к) \cdot \gamma_1}$

$i := 0..10$ $\xi_{\tau_i} := 3.445 \cdot mm - \frac{0.5 \cdot mm}{10} \cdot i$ $\min(\xi_\tau) = 2.945 \cdot mm$ $\max(\xi_\tau) = 3.445 \cdot mm$ $T_\xi(\min(\xi_\tau), 2) = 3.549 \times 10^3 s$

```
Z(B1,B2) := | for i ∈ 0..10
            |   | ξτ_i ← 3.445·mm − 0.5·mm/10 · i
            |   | dξ_i ← Dξ(ξτ_i, Tξ(ξτ_i, B1), B1, B2)
            | Stdev(dξ) · s/mm
```

$\begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} 1.4537827927364613 \\ 0.7312619029835219 \end{pmatrix}$ $Z(B_1, B_2) = 4.447$ $T_\xi(3.445 mm, B_1) = 46.327 s$

Given $T_\xi(3.445 mm, B_1) \geq 0.001 \cdot s$ $\begin{pmatrix} B_{o1} \\ B_{o2} \end{pmatrix} := Minimize(Z, B_1, B_2) = \begin{pmatrix} 1.4521146781109162 \\ 0.7301210795963518 \end{pmatrix}$ $Z(B_{o1}, B_{o2}) = 4.446$

Рисунок 3 – Решение задач по моделированию процесса сушки в PTC Mathcad

$\xi := 3.35 \cdot mm$ $\quad T_\xi(\xi, B_{o1}) = 245 s \left(dT_1(\xi, T_\xi(\xi, B_{o1}), B_{o1}) - dT_2(\xi, \xi, T_\xi(\xi, B_{o1}), B_{o2})\right) - \left[\rho \cdot (w_H - w_K) \cdot r_1 \cdot D\xi(\xi, T_\xi(\xi, B_{o1}), B_{o1}, B_{o2})\right] = 0 \frac{kg}{s^3}$

$x1_i := \xi + \frac{3.5 \cdot mm - \xi}{10} \cdot i$ $\quad min(x1) = 3.35 \cdot mm$ $\quad max(x1) = 3.5 \cdot mm$ $\quad x2_i := \frac{\xi}{10} \cdot i$ $\quad min(x2) = 0 \cdot mm$ $\quad max(x2) = 3.35 \cdot mm$

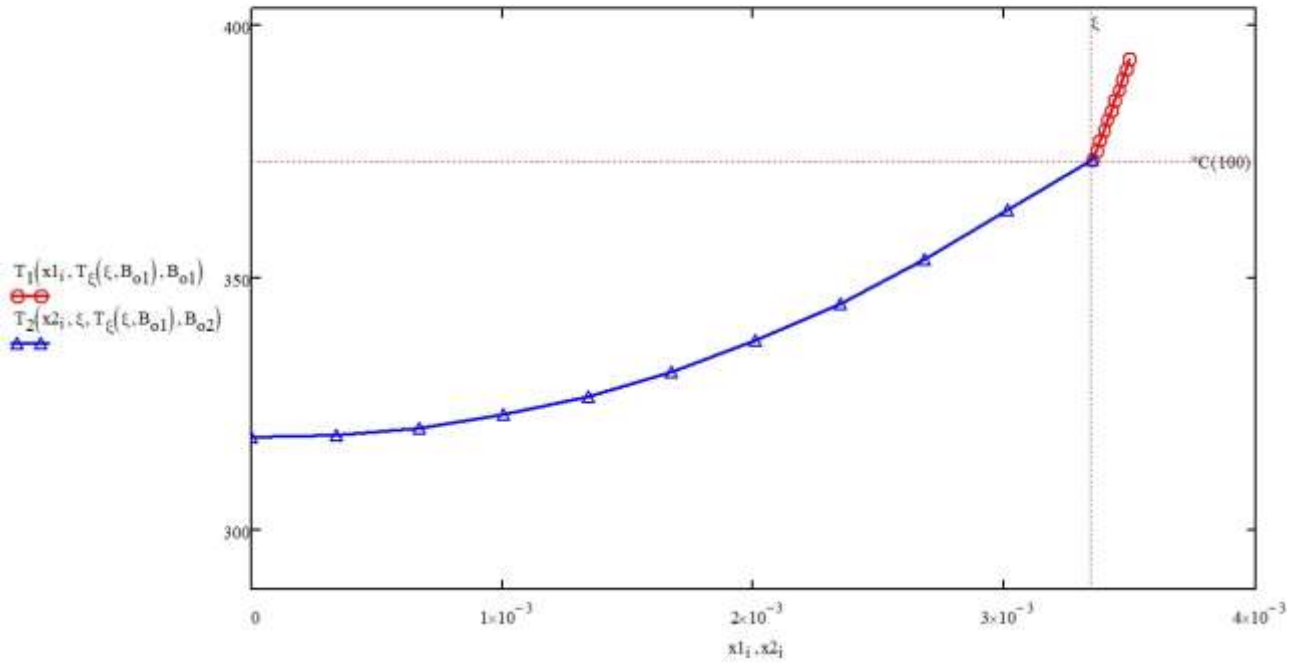


Рисунок 4 – Результаты моделирования процесса сушки в PTC Mathcad

Как видно из представленных данных рассмотренные выше решения позволяют с достаточной точностью произвести расчет температурного профиля, образованного полями температур сухой и влажной зоны с учетом фазового перехода при выполнении соотношений (7) и (8) сформулированной выше задачи.

Выводы. Использование метода Галеркина при решении традиционных пробных (а также поверочных) функций полиномиального типа, принадлежащих к полной системе, обеспечивает достаточную сходимость, в том числе для младших элементов полной системы (два слагаемых). Важной особенностью предложенного метода Галеркина, является продемонстрированная возможность достижения высокой точности при небольшом числе членов в пробном решении задач с подвижной границей. Эта особенность метода усиливает необходимость такого выбора пробных функций, при котором использовалась бы предварительно полученная информация о характере ожидаемого решения. В этой связи было применено разложение по собственным функциям для родственной более простой задачи нагрева с граничными условиями первого рода.

Список использованной литературы:

1. *Babalis S.J., Belessiotis V.G.* Influence of the drying conditions on the drying constants and moisture diffusivity during the thin-layer drying of figs // Journal of Food Engineering. 2004. Vol. 65 (3). P. 449-458. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.02.005.
2. *Bai Y., Qu M., Luan Z., Li X., Yang Y.* Electrohydrodynamic drying of sea cucumber (Stichopus japonicus) // LWT – Food Science and Technology. 2013. Vol. 54 (2). P. 570-576. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.06.026.
3. *Bai Y., Sun B.* Study of electrohydrodynamic (EHD) drying technique for shrimps // Journal of Food Processing and Preservation. 2011. Vol. 35 (6). P. 891-897. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2011.00542.x.
4. *Bai Y., Yang G., Hu Y., Qu M.* Physical and sensory properties of electrohydrodynamic (EHD) dried scallop muscle // Journal of Aquatic Food Product Technology. 2012. Vol. 21 (3). P. 238-247. DOI: 10.1080/10498850.2011.590271.

5. *Яшонков А.А., Устинова М.Э., Косачев В.С.* Анизотропная модель кинетики теплообмена в процессе сушки кубика рыбного филе // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2021. № 4. С. 274-286. DOI: 10.47404/2619-0605_2021_4_274.
6. *Косачев В.С., Остриков А.Н., Яшонков А.А.* Математическое моделирование процесса сушки снеков из фарша бычка азовского в псевдоожиженном слое // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. Т. 84. № 2 (92). С. 17-26. DOI: 10.20914/2310-1202-2022-2-17-26.
7. *Lyubimova O.N., Pestov K.N.* Mathematical modelling of heat transfer process in layered materials accounting for phase transitions in individual layers // Thermophysics and Aeromechanics. 2015. Vol. 22. № 4. P. 491-499. DOI: 10.1134/S0869864315040101.
8. *Акимов И.А., Акимов А.И., Мурзагулов И.Р., Саратов С.А.* Постановка задачи тепломассообмена в многослойных конструкциях с фазовыми переходами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 3 (19). С. 68-71.
9. *Wawrzyniak P. Jaskulski M., Zbicinski I., Podyma M.* CFD modelling of moisture evaporation in an industrial dispersed system // Advanced Powder Technology. 2017. Vol. 28. P. 167-176. DOI: 10.1016/j.apt.2016.09.029.
10. *Синицын Н.Н., Игумнов Е.М., Нифонтова А.А.* Нестационарное температурное поле конвертерного шлака при его охлаждении на шлаковом поле // Череповецкие научные чтения – 2014: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2015. Т. 3 (2). С. 113-115.
11. *Сосновский И.А., Гафо Ю.Н.* Кинетика плавления порошкового слоя при индукционной наплавке с учетом продвижения фронта фазового перехода // Новые материалы и технологии в машиностроении. 2010. № 12. С. 113-117.
12. *Синицын Н.Н., Антонова Ю.В., Гусев Д.В., Малинов А.Г.* Методика расчета теплообменных процессов при нагреве мерзлого железорудного концентрата в железнодорожных вагонах // Техника и технологии: пути инновационного развития: материалы Международной научно-практической конференции. Курск, 2011. С. 131-132.
13. *Святный Д.А.* Анализ систем синхронизации численными методами: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Дмитрий Александрович Святный. М., 2006. 174 с.
14. *Бабакин Б.С., Воронин М.И., Семенов Е.В. и др.* Моделирование процесса замораживания плоских мясных продуктов // Вестник Международной академии холода. 2019. № 1. С. 46-51. DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-1-46-51.

References:

1. Babalis S.J., Belessiotis V.G. Influence of the drying conditions on the drying constants and moisture diffusivity during the thin-layer drying of figs. *Journal of Food Engineering*, 2004, Vol. 65 (3), pp. 449-458. (In English). DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.02.005.
2. Bai Y., Qu M., Luan Z., Li X., Yang Y. Electrohydrodynamic drying of sea cucumber (Stichopus japonicus). *LWT – Food Science and Technology*, 2013, vol. 54 (2), pp. 570-576. (In English). DOI: 10.1016/j.lwt.2013.06.026.
3. Bai Y., Sun B. Study of electrohydrodynamic (EHD) drying technique for shrimps. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2011, vol. 35 (6), pp. 891-897. (In English). DOI: 10.1111/j.1745-4549.2011.00542.x.
4. Bai Y., Yang G., Hu Y., Qu M. Physical and sensory properties of electrohydrodynamic (EHD) dried scallop muscle. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 2012, vol. 21 (3), pp. 238-247. (In English). DOI: 10.1080/10498850.2011.590271
5. Yashonkov A.A., Ustinova M.E., Kosachev V.S. Anizotropnaya model' kinetiki teploobmena v processe sushki kubika rybnogo file [Anisotropic model of heat transfer kinetics in the process of drying a fish fillet cube]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2021, no. 4, pp. 274-286. (In Russian). DOI: 10.47404/2619-0605_2021_4_274.

6. Kosachev V.S., Ostrikov A.N., Yashonkov A.A. Matematicheskoe modelirovanie processa sushki snekov iz farsha bychka azovskogo v psevdoozhizhennom sloe [Mathematical modeling of the drying process of snacks from minced Azov goby in a fluidized bed]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij* [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2022, vol. 84, no. 2 (92), pp. 17-26. (In Russian). DOI: 10.20914/2310-1202-2022-2-17-26.
7. Lyubimova O.N., Pestov K.N. Mathematical modelling of heat transfer process in layered materials accounting for phase transitions in individual layers. *Thermophysics and Aeromechanics*, 2015, vol. 22, no. 4, pp. 491-499. (In English). DOI: 10.1134/S0869864315040101.
8. Akimov I.A., Akimov A.I., Murzagulov I.R., Saratov S.A. Postanovka zadachi teplomassoobmena v mnogoslojnyh konstrukciyah s fazovymi perekhodami [Formulation of the problem of heat and mass transfer in multilayer structures with phase transitions]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University], 2008, no. 3 (19), pp. 68-71. (In Russian).
9. Wawrzyniak P. Jaskulski M., Zbicinski I., Podyma M. CFD modelling of moisture evaporation in an industrial dispersed system. *Advanced Powder Technology*, 2017, vol. 28, pp. 167-176. (In English). DOI: 10.1016/j.apt.2016.09.029.
10. Sinicyn N.N., Igumnov E.M., Nifontova A.A. Nestacionarnoe temperaturnoe pole konverternogo shlaka pri ego ohlazhdenii na shlakovom pole [Non-stationary temperature field of converter slag during its cooling in the slag field]. *Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Cherepoveckie nauchnye chteniya – 2014»* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference “Cherepovets Scientific Readings – 2014”], 2015, vol. 3 (2), pp. 113-115. (In Russian).
11. Sosnovskij I.A., Gafo Yu.N. Kinetika plavleniya poroshkovogo sloya pri indukcionnoj naplavke s uchetom prodvizheniya fronta fazovogo perekhoda [Kinetics of melting of the powder layer during induction surfacing, taking into account the advance of the phase transition front]. *Novye materialy i tekhnologii v mashinostroenii* [New materials and technologies in mechanical engineering], 2010, no.12, pp. 113-117. (In Russian).
12. Sinicyn N.N., Antonova Yu.V., Gusev D.V., Malinov A.G. Metodika rascheta teploobmennyh processov pri nagreve merzlogo zhelezorudnogo koncentrata v zheleznodorozhnyh vagonah [Method of calculation of heat exchange processes during heating of frozen iron ore concentrate in railway wagons]. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Tekhnika i tekhnologii: puti innovacionnogo razvitiya»* [Materials of the International scientific and practical Conference “Technology and Technology: ways of innovative development”]. Kursk, 2011, pp. 131-132. (In Russian).
13. Svyatnyj D.A. *Analiz sistem sinhronizacii chislennymi metodami. Diss. kand. tekhn. nauk* [Analysis of synchronization systems by numerical methods. Cand. engin. sci. diss]. Moscow, 2006, 174 p. (In Russian).
14. Babakin B.S., Voronin M.I., Semenov E.V. et. al. Modelirovanie processa zamorazhivaniya ploskih myasnyh produktov [Modeling of the freezing process of flat meat products]. *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda* [Bulletin of the International Academy of Cold], 2019, no. 1, pp. 46-51. (In Russian). DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-1-46-51.

Сведения об авторах / Information about authors

Яшонков Александр Анатольевич

канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой машин и аппаратов пищевых производств
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
jashonkov@ranbler.ru

Yashonkov Alexander Anatolyevich	Ph.D. (Engin.), Associate professor, Head of the Department of machines and apparatus for food production Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 jashonkov@ranbler.ru
Соколов Сергей Анатольевич	д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 sokoloff1906@mail.ru
Sokolov Sergey Anatolyevich	Dr. Sci. (Engin.), professor, Professor of the Department of machines and apparatus of food production Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 sokoloff1906@mail.ru

УДК 338.47:656.078:519.23 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.020**

Алексахина Л.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРАТЕГИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА

Аннотация. В статье представлены подходы к моделированию и прогнозированию экономических процессов с позиции их использования в стратегировании развития морского транспорта как основы для принятия эффективных обоснованных хозяйственных решений на разных уровнях управления. Репрезентованы роль и возможности применения современных методов моделирования и прогнозирования экономических процессов для выполнения стратегического анализа и обоснования стратегического выбора. Продемонстрирована также необходимость рассмотрения периодических экономических процессов путем оценки тренд-сезонных колебаний на основе углубленного анализа временных рядов с целью учета специфики проявления колеблемости в динамических рядах используемых ресурсов и получаемых результатов в морском транспорте. Представлены результаты применения регрессионного анализа данных, расчета индексов сезонности как основы моделирования экономических индикаторов в рамках стратегического планирования регионально-отраслевого пространства.
Ключевые слова: морской транспорт, развитие, моделирование, тренд, периодические процессы, колебания, прогнозирование.

Aleksakhina L.V.

MODELING AND FORECASTING OF ECONOMIC PROCESSES IN THE STRATEGIC DEVELOPMENT OF MARITIME TRANSPORT

Abstract. The article presents approaches to modeling and forecasting economic processes from the point of view of their use in strategizing the development of maritime transport as a basis for making effective informed economic decisions at different levels of management. The role and possibilities of applying modern methods of modeling and forecasting economic processes to perform strategic analysis and substantiate strategic choice are presented. The necessity of considering periodic economic processes by assessing trend-seasonal fluctuations based on an in-depth analysis of time series in order to take into account the specifics of the manifestation of fluctuation in the dynamics of resources used and the results obtained in maritime transport is also demonstrated. The results of the application of regression analysis of data, calculation of seasonality indices as the basis for modeling economic indicators in the framework of strategic planning of the regional and sectoral space are presented.
Keywords: marine transport, development, modeling, trend, periodic processes, fluctuations, forecasting.

Введение. Стратегирование развития морского транспорта, рассматриваемое как перманетный процесс, предполагает регулярную актуализацию информационной базы принятия обоснованных решений, проведение статистического анализа и интерпретацию данных, корректирование модели развития хозяйственного комплекса адекватно результатам мониторинга текущей ситуации и перспективного моделирования. Анализ трендов и предсказание изменений в экономической ситуации – актуальный инструментарий для принятия обоснованных хозяйственных решений. Вместе с этим, в рамках оценки динамики развития морского транспорта представляет научный интерес также прогнозирование периодических экономических процессов, для которого могут использоваться различные методы и подходы. Анализ временных рядов, как известно, основан на изучении исторических данных и позволяет выявить закономерности и закономерности, влияющие на изменение экономических показателей. Точность прогнозирования периодических

экономических процессов может оказаться недостаточной при использовании ограниченного инструментария. С помощью же комплексного подхода и использования соответствующих методов, возможно достичь большей степени достоверности и точности в результатах моделирования и прогнозирования. Рассматривая прогнозирование экономических процессов в стратегировании развития морского транспорта с точки зрения целеполагания, отметим определение потенциальных рынков и возможностей для развития транспортной инфраструктуры, определение необходимых инвестиций для финансирования проектов, анализ рисков и принятие решения о формировании и корректировании стратегии развития морского транспорта.

Целью исследования является репрезентация роли и возможностей моделирования и прогнозирования экономических процессов в стратегировании развития морского транспорта.

Материалы и методы исследования. В современных экономических публикациях весьма широко освещены различные теоретические и прикладные аспекты применения инструментария анализа, моделирования и прогнозирования экономических процессов, репрезентованы результаты оценки текущего и перспективных состояний элементов экономический системы [1-10].

Так, часть работ посвящена разнообразию методов экономического прогнозирования как фактора повышения эффективности деятельности [7, 10], технологии прогнозирования периодических экономических процессов, в том числе с использованием пакета программ MS Excel [9], а также на основе мультипликативной и множественной регрессионной модели сезонности [6], моделированию сбалансированного развития транспортного комплекса [2, 8], изучению тренд-сезонных колебаний временных рядов [1, 3, 5].

Значительный научный задел по данному направлению исследований представлен в результатах работ российского научного сообщества [1-10], что предопределяет достаточность их использования в качестве теоретико-методологической основы проведения моделирования и прогнозирования экономических процессов в прикладных сферах, в частности, применительно к регионально-отраслевым условиям морского транспорта ряда регионов РФ, находящихся вблизи зоны конфликта и несущих санкционную нагрузку, наряду с необходимостью обеспечения физической безопасности объектов транспортной инфраструктуры.

Сложность функционально-компонентной структуры морского транспортного комплекса и сопутствующей его функционированию логистической инфраструктуры, а также ряд проблемных ситуаций, возникших в связи с вызовами, с которыми столкнулась РФ в свете реализации целей СВО и реакции на происходящее со стороны части мирового сообщества, обусловливают целесообразность рассмотрения вопросов стратегирования развития морского транспорта на основе системного и комплексного подходов. При этом каждая функциональная подсистема регионально-отраслевого пространства приморских регионов, федеральных округов, имеющих выход к морю и функционирующие морские порты, должны быть рассмотрены как часть единой экономической системы России, иметь непротиворечащие миссии морского транспорта РФ цели и приоритеты развития. Кроме того, динамично меняющаяся обстановка, присоединение новых регионов, требующих адаптации и интеграции в экономику РФ, предполагают необходимость перманентного моделирования экономических процессов на макро-, мезо- и микроуровнях рассмотрения для оптимизации развития, выбора эффективных обоснованных решений из числа возможных.

Среди методического инструментария в рамках данного исследования имеют место метод научных абстракций, экономико-математический, статистический и сравнительный анализ, графический метод репрезентации информации.

Результаты исследования и их обсуждение. Много столетий назад известный грузинский литератор Шота Руставели выразил важность вовлечения в происходящие события и недопустимость отстраненного стратегирования процессов таким образом: «Каждый мнит себя стратегом, видя бой со стороны», акцентируя при этом внимание

читателей на необходимости погружения в проблемную ситуацию при выработке стратегии поведения. В современных условиях цифровизации сбора, обработки, хранения и обеспечения доступа к статистической информации, достаточной разработанности математического и статистического инструментария выполнения анализа данных, в том числе временных рядов, как с точки зрения методической точки зрения, так и с позиции обеспеченности программными продуктами, существенного повышения скорости и точности выполнения расчетов, необходимо, на наш взгляд, рассматривать моделирование и прогнозирование экономических процессов в качестве неотъемлемого элемента процесса стратегирования развития для исключения стихийного принятия важных хозяйственных решений.

Временные ряды как информационная база для моделирования экономических процессов в морском транспорте представлены в виде массива конфиденциальной и статистической информации, лишь часть из которой доступна для демонстрации в публичном пространстве [11]. Динамика объёма и структуры переработки грузов в морских портах РФ в 2009-2022 гг. представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика объёма и структуры переработки грузов в морских портах РФ в 2009-2022 гг.*

Годы	Все виды грузов, тыс. т	Сухогрузы, тыс. т	Наливные грузы, тыс. т	Доля сухогрузов, %	Доля наливных грузов, %
2009	496424,502	198381,901	298042,601	39,96	60,04
2010	526044,07	211628,819	314415,251	40,23	59,77
2011	535589,941	234591,714	300998,227	43,80	56,20
2012	567039,62	251710,06	315329,56	44,39	55,61
2013	589470,372	255925,055	333545,317	43,42	56,58
2014	623570,116	292412,787	331157,329	46,89	53,11
2015	676670,739	312209,941	364460,798	46,14	53,86
2016	721935,031	335807,021	386128,01	46,51	53,49
2017	786352,301	373174,647	413177,654	47,46	52,54
2018	816541,119	387421,255	429119,864	47,45	52,55
2019	840292,37	376049,118	464243,252	44,75	55,25
2020	820864,621	404659,082	416205,539	49,30	50,70
2021	835465,151	413106,804	422358,347	49,45	50,55
2022	841826,615	404858,914	436967,701	48,09	51,91
Итого	9678086,568	4451937,118	5226149,45	46,00	54,00
Среднегодовой темп прироста (+), снижения (-), %	+4,15	+5,64	+2,99	+1,43	-1,11

*Источник: рассчитано автором по данным ЕМИСС [11]

В соответствии с данными таблицы 1 за исследуемый период 2009-2022 гг. имела место положительная динамика объёма переработки грузов в морских портах РФ, как в целом по всем видам грузов, так и по укрупнённым группам: по сухогрузам и наливным грузам, в частности. При этом среднегодовой прирост общего объёма переработки уступал приросту объёмов переработки сухогрузов на 1,49 %, опережая объём переработки наливных грузов на 1,16 %.

В структуре объёмов переработки грузов в морских портах РФ в начале исследуемого периода существенно доминировала доля наливных грузов (60,04 % против 39,96 %), однако, в 2009-2022 гг. сложились устойчивые тенденции к росту доли сухогрузов и снижению доли наливных грузов (на +1,43 % и –1,11 % ежегодно), что к 2022 г. привело к резкому снижению отклонения доли сухогрузов от доли наливных грузов (51,91 – 48,09 = 3,82 %). При этом

доминирование наливных грузов сохранилось. В целом же за период исследования было переработано в морских портах РФ 46 % сухогрузов и 54 % наливных грузов.

Коэффициент корреляции объемов переработки всех видов грузов с сухогрузами и наливными грузами составляет 0,9901 и 0,9801, что свидетельствует об очень высоком уровне связи по шкале Чеддока, что говорит об общем векторе динамики переработки грузов независимо от их вида.

На рисунке 1 представлена динамика структуры объёма переработки грузов в морских портах РФ за тот же период в разрезе федеральных округов, в которых в силу их экономико-географического положения такая переработка осуществлялась.

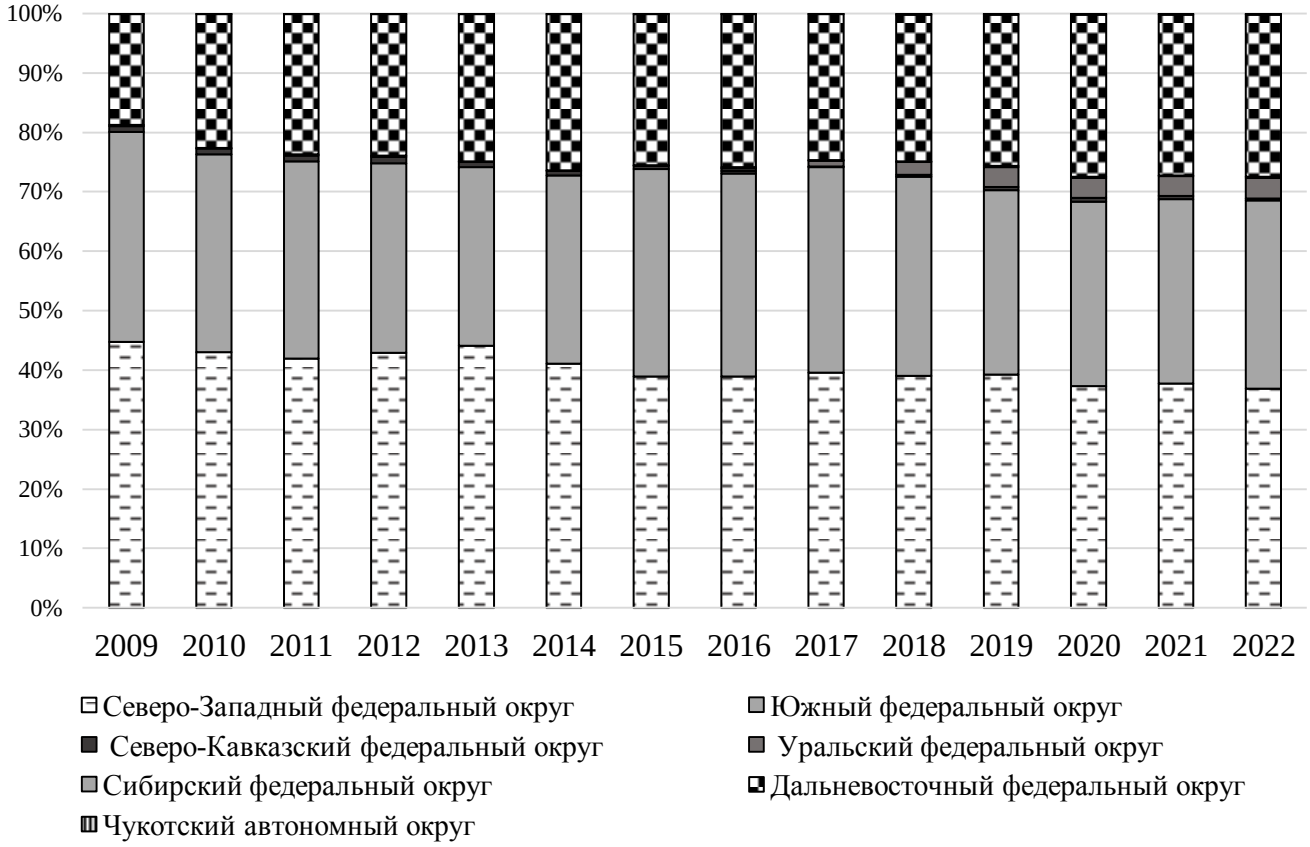


Рисунок 1 – Динамика структуры объёма переработки грузов в морских портах РФ в разрезе федеральных округов в 2009-2022 гг., %
Источник: по данным ЕМИСС [11]

В динамике структуры объёма переработки грузов в морских портах РФ в разрезе федеральных округов прослеживается тенденция с росту вклада Дальневосточного федерального округа РФ (менее 20 % в 2009 г. и более 25 % в 2022 г.), наряду со снижение доли объёма переработки портами Северо-Западного федерального округа (менее 40 % в 2022 г.). Доля вклада Южного федерального округа в объём переработки грузов в морских портах России, несмотря на вхождение в её состав регионов с морским портами Азово-Черноморского бассейна, в динамике за исследуемый период сократилась, в связи с объективными условиями, в которых оказались объекты транспортной инфраструктуры. Однако, резерв роста объёма переработки грузов в данном регионе весьма существенен, благодаря наличию готовых к включению в перевалочный процесс мощностей после нивелирования воздействия неблагоприятных факторов путём адаптации к санкционным ограничениям и завершения СВО.

На рисунке 2 представлена структура объёма переработанных грузов морскими портами семи федеральных округов РФ, имеющих отношение к данному транспортно-логистическому процессу, за весь период 2009-2022 гг.

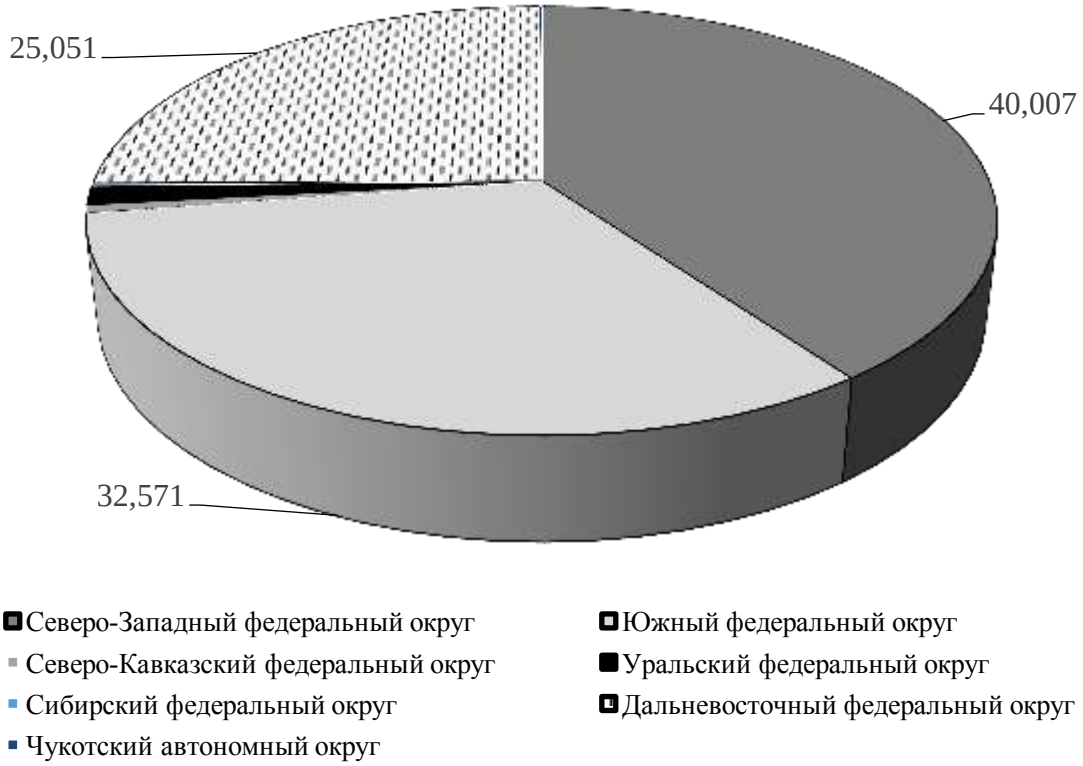


Рисунок 2 – Структура объёма переработанных грузов морскими портами федеральных округов РФ за весь период 2009-2022 гг., %
Источник: по данным ЕМИСС [11]

В целом за весь исследуемый период морскими портами России было переработано 9678086,568 тыс. т грузов. При этом 40,007 % перевалки осуществлено силами морских портовых мощностей Северо-Западного федерального округа, 32,571 % – силами Южного федерального округа и 25,051 % – в Дальневосточном федеральном округе. Вклад других округов с наличием морских портов или речных портов, обслуживающих суда типа «река-море» в функционирование и развитие морского транспорта, был более скромным. При стратегировании развития морского транспорта данное обстоятельство следует учитывать с позиции приоритетной поддержки морских портов в регионах, обслуживающих грузооборот стратегического значения, как с точки зрения освоения малоосвоенных территорий, так и с точки зрения необходимости стабильного наращивания возможностей перевалки грузов для обеспечения товарного потока в рамках внешней торговли, вектор которой имеет тенденцию к смещению с европейского направления в направлении Юго-Восточной Азии.

Динамические характеристики транспортно-логистического цикла в целом по России, по отдельным федеральным округам, областям, краям, бассейнам и видам грузов дифференцированы, поэтому целесообразно моделировать и прогнозировать экономические процессы в данной стратегической сфере хозяйствования по различным направлениям отдельно, описывая частные тренды с помощью экономико-математического и статистического инструментария. Так, в частности, рассмотрим результаты выполненных расчетов уравнений регрессии объёмов переработки грузов в морских портах РФ в региональном разрезе за 2009-2022 гг.

Таблица 2 – Уравнения регрессии объёмов переработки всех видов грузов в морских портах РФ в региональном разрезе за 2009-2022 гг.*

Объёмы переработки	Уравнения регрессии	R
- всех грузов по РФ	$\hat{y}$ =459812,7992+30863,87981×t	0,9744
- сухогрузов по РФ	$\hat{y}$ =182421,8428+18076,48875×t	0,9815
- наливных грузов по РФ	$\hat{y}$ =277390,9564+12787,39105×t	0,9345
- всех видов грузов в Южном федеральном округе (ЮФО)	$\hat{y}$ =158088,3184+8981,375991×t	0,9032
- в том числе всех видов грузов в Республике Крым и г. Севастополе	$\hat{y}$ = 13475,20043-1549,506095×t	0,8848
- всех видов грузов в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО)	$\hat{y}$ = 211433,8388+ 8731,720697×t	0,9374
- всех видов грузов в Северо-Кавказском федеральном округе (СКФО)	$\hat{y}$ = 5455,704132-159,5218747×t	0,8134
- всех видов грузов в Уральском федеральном округе (УФО)	$\hat{y}$ =1635,649+4574,89775×t	0,9071
- всех видов грузов в Сибирском федеральном округе (СФО)	$\hat{y}$ = 833,749+ 61,73862857×t	0,8310
- всех видов грузов в Дальневосточном федеральном округе (ДВФО)	$\hat{y}$ = 94358,09137+10538,63003×t	0,9902
- всех видов грузов в Чукотском федеральном округе (ЧФО)	$\hat{y}$ = 236,5965604+86,40838242×t	0,8954

*Адекватность уравнений регрессии подтверждена с помощью критерия Фишера
**Временной ряд по Республике Крым и г. Севастополю ограничен статистическими данными 2015-2022 гг., в связи с несопоставимостью данных рядов динамики за 2014 г.

Отметим, что в таблице 2 представлены исключительно линейные зависимости, при этом адекватность всех уравнений регрессии подтверждена с помощью критерия Фишера. Коэффициенты корреляции представленных зависимостей находятся в пределах [0,8134-0,9902], то есть во всех предложенных моделях очень высок уровень связи по шкале Чеддока, то есть сформированные уравнения могут быть использованы для прогнозирования значений исследуемых показателей в предстоящих периодах.

Наращивание потенциала морской транспортной системы РФ очевидно, ибо уравнения регрессии изучаемого показателя по шести из семи представленных федеральных округов демонстрируют ежегодный абсолютный прирост. Так, в целом по РФ ежегодный прирост объёмов переработки всех видов грузов в морских портах РФ составлял 30,86 млн т. (18,08 млн т за счет сухогрузов и 12,78 млн т за счет наливных грузов). Вклад ДФО в ежегодный прирост показателя составлял 10,54 млн т, ОФО – 8,98 млн т, а СЗФО – 8,73 млн т.

Северо-Кавказский федеральный округ характеризовался трендом к снижению показателя на 159,523 тыс. т ежегодно. А Республика Крым и г. Севастополь ежегодно теряли 1,55 млн т грузов, начиная с 2015 г. в данном периоде исследования. По СКФО и СФО, учитывая самые низкие значения R (0,8134 и 0,831 соответственно), возможно определение параметров уравнения регрессии для нелинейной зависимости, что может рассматриваться как предмет изучения в следующих исследованиях для формирования различных сценариев развития и сопоставления результатов расчётов. Таким образом, моделирование годовых прогнозных значений показателей возможно путем подстановки значений t в представленные уравнения регрессии. При этом представляет интерес отклонение сценарных вариантов при общем прогнозировании на основе общего уравнения

и частном – при формировании прогнозных значений по частям совокупности и последующем обобщении.

На рисунке 3 представлена динамика объёмов переработки грузов в морских портах РФ по месяцам за 2009-2022 гг.

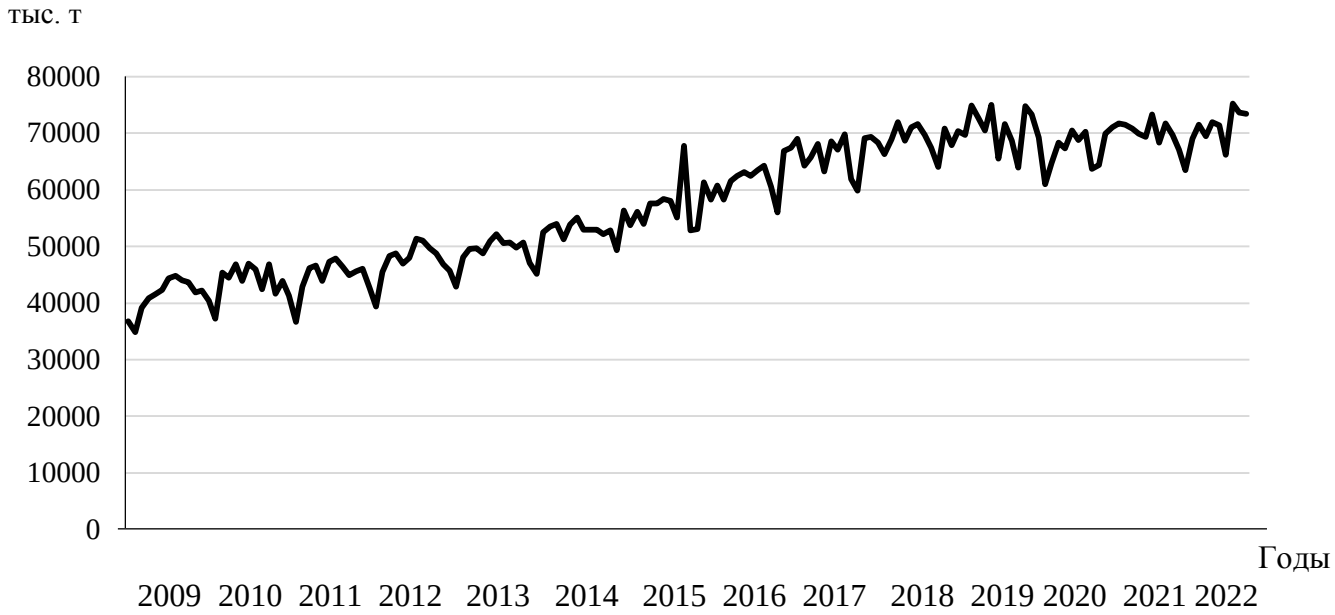


Рисунок 3 – Динамика объёмов переработки грузов в морских портах РФ по месяцам за 2009-2022 гг.
Источник: рассчитано автором по данным ЕМИСС [11]

Рассмотрение графической интерпретации динамики данного показателя в помесячной разбивке позволяет сделать вывод о явно выраженной колеблемости, то есть о необходимости включения в моделирование временных рядов математического описания периодичности экономических процессов, объединяя трендовый анализ и оценку сезонности. Такой феномен, как тренд-сезонные колебания характерен для морского транспортного комплекса, а учет в моделировании экономических процессов, как долговременных трендов, так и цикличности во внутригодовой динамике, является ключевым для успешного управления процессами, позволяя адаптироваться к изменчивости условий внешней среды и выявлять возможности для роста.

Рассмотрим временной ряд объёмов переработки всех видов грузов в морских портах РФ за 2009-2022 гг., который описывается уравнением $\hat{y} = 459812{,}7992 + 30863{,}87981 \times t$. При детализации массива данных путем помесячной разбивки нами получено следубщее уравнение регрессии, описывающее зависимость результативного показателя от фактора времени (t): $\hat{y} = 39350{,}51691 + 216{,}060843 \times t$, выровняв ряд динамики по которому, была получена возможность определения индексов сезонности к переменной средней (см.таблицу 3 и рисунок 4 с графической интерпретацией сезонных волн).

Таблица 3 – Индексы сезонности объёма переработки грузов в морских портах РФ, рассчитанные к переменной средней (по месячным данным после аналитического выравнивания) за 2009-2022 гг., %

Виды грузов	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Все	94,84	89,44	101,11	101,72	102,94	98,51	102,71	103,85	100,36	103,00	99,15	101,86
Сухогрузы	86,27	83,85	97,35	100,88	103,58	100,16	106,45	109,55	104,18	105,08	99,06	102,27
Наливные	101,87	94,11	104,28	102,56	102,47	97,16	99,43	98,97	97,03	101,22	99,22	101,51

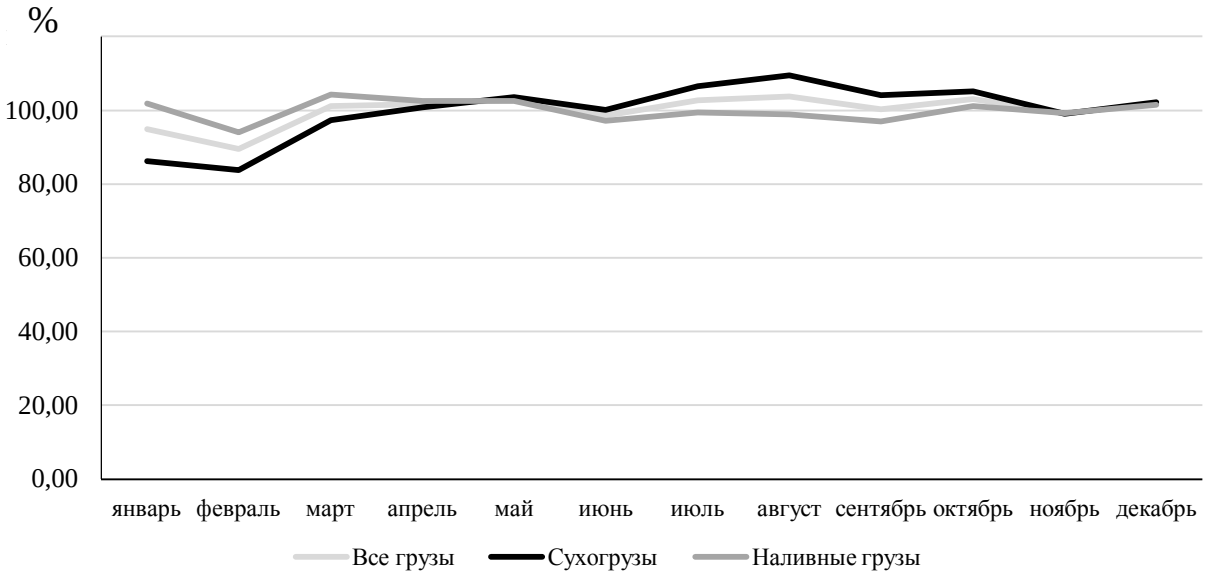


Рисунок 4 – Сезонные волны объёмов переработки грузов в морских портах РФ за 2009-2022 гг.
Источник: построено автором на основе данным ЕМИСС [11]

Таким образом, на основании результатов тренд-сезонного анализа возможно моделирование и прогнозирование экономических процессов в стратегировании развития морского транспорта.

Выводы. Стратегирование развития морского транспорта Российской Федерации предполагает полноценное выполнение всех функций управления в отношении морского транспортного комплекса в целом и отдельных его элементов, в частности. Это завязано на комплексный подход к процессу информационного обеспечения обоснования и принятия хозяйственных и управленческих решений, что невозможно без использования современного аналитического инструментария. Прогнозирование, планирование, контроль, анализ и другие функции управления как взаимосвязанные и взаимозависимые функциональные подсистемы только тогда будут результативны и адекватны современным требованиям внешней конкурентной среды, если их выполнение будет основано на максимизации включения в процесс управления методов моделирования и прогнозирования, достаточно разработанных для использования прикладных сферах. Анализ временных рядов, в том числе тренд-сезонный анализ позволяют работать с накопленным статистическим материалом, а на уровне отдельных субъектов и с конфиденциальной информацией, недоступной публичному сообществу. При этом использование динамических характеристик экономических процессов необходимо для предвидения их состояния в перспективе на основе понимания их некоторой инерционности. Расширение сфер применения моделирования и прогнозирования в морском транспорте безусловно продвинет его в направлении роста эффективности функционирования данной управляемой системы и поспособствует достижению стратегических целей портов, транспортных комплексов и всей России, как морской державы.

Список использованной литературы:

1. *Белова А.А.* Тренд-сезонные экономические процессы и их анализ // Электронный вестник Ростовского социально-экономического института. 2015. № 3-4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/trend-sezonnye-ekonomicheskie-protsessy-i-ih-analiz (дата обращения: 12.11.2023).
2. *Логунова Н.А., Алексахина Л.В.* Моделирование сценариев развития морского транспортного комплекса Крыма // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2018. № 4. С. 101-109.

3. *Лысый А.А.* Методологические основы анализа и прогнозирования тренд-сезонных колебаний при обеспечении судоходства в Азовском море // ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет». 2015. № 30. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-osnovy-analiza-i-prognozirovaniya-trend-sezonnyh-kolebaniy-pri-obespechenii-sudohodstva-v-azovskom-more (дата обращения: 12.11.2023).
4. *Мясникова К. Д.* Современное состояние и развитие морского и речного флота России // Молодой ученый. 2016. № 13.1 (117.1). С. 66-69.
5. *Попова Е.В., Кочкарова П.А., Савинская Д.Н., Недогонова Т.А.* Тренд-сезонные временные ряды: особенности выявления и прогнозирования // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2019. № 3 (245). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/trend-sezonnye-vremennye-ryady-osobennosti-vyyavleniya-i-prognozirovaniya (дата обращения: 12.11.2023).
6. *Сальников В.И.* Прогнозирование на основе мультипликативной и множественной регрессионной модели сезонности // БИТ. 2019. № 3 (11). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-na-osnove-multiplikativnoy-i-mnozhestvennoy-regressionnoy-modeli-sezonnosti (дата обращения: 12.11.2023).
7. *Филонова Е. С.* Экономическое прогнозирование: разнообразие методов и единство результатов // Ученые записки ОГУ. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2013. № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskoe-prognozirovanie-raznoobrazie-metodov-i-edinstvo-rezultatov (дата обращения: 12.11.2023).
8. *Ханалиев Г.И.* Моделирование сбалансированного развития транспортного комплекса // Социально-экономические явления и процессы. 2012. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-sbalansirovannogo-razvitiya-transportnogo-kompleksa (дата обращения: 12.11.2023).
9. *Юров В.М.* Технология прогнозирования периодических экономических процессов на основе методов гармонического анализа в MS Excel // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. 2018. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-prognozirovaniya-periodicheskih-ekonomicheskih-protsessov-na-osnove-metodov-garmonicheskogo-analiza-v-ms-excel (дата обращения: 28.11.2023).
10. *Яркина Н.Н.* Прогнозирование как фактор повышения эффективности рыбохозяйственной деятельности // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2018. № 1. С. 95-104.
11. ЕМИСС. Государственная статистика: официальный сайт. URL: https://www.fedstat.ru (дата обращения: 28.11.2023).

References:

1. Belova A.A. Trend-sezonnye ekonomicheskie processy i ih analiz [Trend-seasonal economic processes and their analysis]. *Elektronnyj vestnik Rostovskogo social'no-ekonomicheskogo instituta* [Electronic bulletin of the Rostov Socio-Economic Institute], 2015, no. 3-4. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/trend-sezonnye-ekonomicheskie-protsessy-i-ih-analiz (accessed 12.11.2023).
2. Logunova N.A., Aleksahina L.V. Modelirovanie scenariev razvitiya morskogo transportnogo kompleksa Kryma [Modeling scenarios for the development of the Crimean maritime transport complex]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2018, no. 4, pp. 101-109. (In Russian).
3. Lysyj A.A. Metodologicheskie osnovy analiza i prognozirovaniya trend-sezonnyh kolebanij pri obespechenii sudohodstva v Azovskom more [Methodological foundations for the analysis and forecasting of trend-seasonal fluctuations in ensuring navigation in the Sea of Azov]. *GVUZ «Priazovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet»* [State Educational Institution “Priazovsky State Technical University”], 2015, no. 30. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-osnovy-analiza-i-prognozirovaniya-trend-sezonnyh-kolebaniy-pri-obespechenii-sudohodstva-v-azovskom-more (accessed 12.11.2023)
4. Myasnikova K. D. Sovremennoe sostoyanie i razvitie morskogo i rechnogo flota Rossii [The

current state and development of the Russian maritime and river fleet]. *Molodoj uchenyj* [A young scientist], 2016, no. 13.1 (117.1), pp. 66-69. (In Russian).
5. Popova E.V., Kochkarova P.A., Savinskaya D.N., Nedogonova T.A. Trend-sezonnye vremennye ryady: osobennosti vyyavleniya i prognozirovaniya [Trend-seasonal time series: features of identification and forecasting]. *Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 5: Ekonomika* [Bulletin of the Adygea State University. Series 5: Economics], 2019, no. 3 (245). (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/trend-sezonnye-vremennye-ryady-osobennosti-vyyavleniya-i-prognozirovaniya (accessed: 12.11.2023).
6. Sal'nikov V.I. Prognozirovanie na osnove mul'tiplikativnoj i mnozhestvennoj regressionnoj modeli sezonnosti [Forecasting based on a multiplicative and multiple regression model of seasonality]. *BIT* [BIT], 2019, no. 3 (11). (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-na-osnove-multiplikativnoy-i-mnozhestvennoy-regressionnoy-modeli-sezonnosti (accessed 12.11.2023).
7. Filonova E. S. Ekonomicheskoe prognozirovanie: raznoobrazie metodov i edinstvo rezul'tatov [Economic forecasting: diversity of methods and unity of results]. *Uchenye zapiski OGU. Seriya: Gumanitarnye i social'nye nauki* [Scientific notes of OSU. Series: Humanities and Social Sciences], 2013, no. 4. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskoe-prognozirovanie-raznoobrazie-metodov-i-edinstvo-rezultatov (accessed 12.11.2023).
8. Hanaliev G.I. Modelirovanie sbalansirovannogo razvitiya transportnogo kompleksa [Modeling of balanced development of the transport complex]. *Social'no-ekonomicheskie yavleniya i processy* [Socio-economic phenomena and processes], 2012, no. 3. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-sbalansirovannogo-razvitiya-transportnogo-kompleksa (accessed 12.11.2023).
9. Yurov V.M. Tekhnologiya prognozirovaniya periodicheskih ekonomicheskih processov na osnove metodov garmonicheskogo analiza v MS Excel [The technology of forecasting periodic economic processes based on harmonic analysis methods in MS Excel]. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta prosveshcheniya. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of the State University of Education. Series: Economics], 2018, no. 3. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-prognozirovaniya-periodicheskih-ekonomicheskih-protsessov-na-osnove-metodov-garmonicheskogo-analiza-v-ms-excel (accessed 12.11.2023)
10. Yarkina N.N. Prognozirovanie kak faktor povysheniya effektivnosti rybohozyajstvennoj deyatel'nosti [Forecasting as a factor in improving the efficiency of fisheries management]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2018, no. 1, pp. 95-104. (In Russian).
11. *EMISS. Gosudarstvennaya statistika: oficial'nyj sajt* [EMISS. State statistics: official website]. URL: https://www.fedstat.ru (accessed: 28.11.2023) (In Russian).

Сведения об авторе / Information about author

Алексахина Людмила Викторовна
канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и гуманитарных дисциплин
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
lyu6097@yandex.ru

Aleksakhina Lyudmila Viktorovna
Ph.D. (Econ.), at the Department of economics and humanities disciplines
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
lyu6097@yandex.ru

УДК 330.131.5:639.2.068 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.021**

Волошин Г.А., Баришевский Е.В.

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ УЧЕТ ГЛУБИНЫ ПЕРЕРАБОТКИ УЛОВОВ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ КАК КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИХ ЗАПАСОВ

Аннотация. В статье рассмотрен процесс глубины переработки улова водных биоресурсов. Проведен анализ динамики объема производства и потребления, а также цен на рыбную продукцию на внутреннем рынке. Выявлены предпосылки, риски и ограничения развития глубокой переработки. Установлены факторы, влияющие на глубину переработки рыбного сырья, в числе которых: устойчивость доступности сырья стабильного качества; стоимость сырья; возможность разработки, производства или приобретения и обслуживания высокотехнологичного оборудования; уровень развития логистики доставки от мест производства до рынков сбыта; возможность хранения запасов и способы реализации. Обоснована необходимость развития новой системы контроля и учета эксплуатации запасов водных биоресурсов с целью повышения эффективности управления ими. Предложен вариант комплексного подхода к оценке эффективности эксплуатации запасов водных биоресурсов.
Ключевые слова: устойчивое развитие, глубокая переработка уловов водных биоресурсов, эффективность эксплуатации запасов водных биоресурсов, ставки сбора ВБР, методика определения величины ставки сбора за пользование ВБР, биоэкономика, система управления рыболовством.

Voloshin G.A., Barishevskiy Ye.V.

THE DEPTH OF PROCESSING OF WATER BIORESOURCE CATCHES AS A COMPREHENSIVE APPROACH TO ASSESSING THE EFFICIENCY OF EXPLOITING WATER BIORESOURCE RESERVES

Abstract. The article considers the process of processing depth of the catch of aquatic biological resources. The analysis of the dynamics of production and consumption, as well as prices for fish products in the domestic market. The prerequisites, risks and limitations of the development of deep processing have been identified. The factors influencing the depth of processing of fish raw materials have been established, including the stability of the availability of stable quality raw materials; the cost of raw materials; the possibility of developing, manufacturing or purchasing and servicing high-tech equipment; the level of development of logistics delivery from production sites to markets; the possibility of storing stocks and methods of sale. The necessity of developing a new system for monitoring and accounting for the exploitation of aquatic biological resources reserves in order to improve their management efficiency is substantiated. A variant of an integrated approach to assessing the efficiency of exploitation of aquatic biological resources is proposed.
Keywords: sustainable development, deep processing of catches of aquatic biological resources, efficiency of water biological resources exploitation, collection rates for aquatic biological resources, methodology for determining the rate for the use of aquatic biological resources, bioeconomy, fisheries management system.

Введение. Глубина переработки рыбы зависит от различных факторов, таких как технологические возможности, доступное финансирование и потребительский спрос. Влияние уровня развития производства по переработке рыбы и морепродуктов на экономику отрасли, а также на государство нельзя недооценивать. Одним из ключевых аспектов является добавленная стоимость, которую создает более глубокая переработка рыбы. Продажа более технологически сложных и ценных продуктов способствует увеличению доходов и привлечению инвестиций в рыбоперерабатывающую отрасль. Кроме того, глубина

переработки рыбы может служить индикатором инновационного развития и прогресса страны в сфере рыбной промышленности. Для стран, имеющих доступ к рыбным ресурсам, глубина переработки становится стратегическим фактором, позволяющим развивать собственную экономику и обеспечивать продовольственную независимость. Однако следует отметить, что увеличение глубины переработки рыбы требует значительных инвестиций и совершенствования технической базы. Более сложные процессы переработки могут быть более энергоемкими и требовать более высокой квалификации персонала. Поэтому решение о глубине переработки рыбы должно быть основано на анализе экономических и технических возможностей страны.

Целью исследования является анализ динамики объема производства, потребления, цен на рыбную продукцию на внутреннем рынке, а также выявление предпосылок и ограничений развития глубокой переработки для разработки варианта комплексного подхода к росту эффективности эксплуатации запасов водных биоресурсов.

Материалы и методы исследования. Вопросам глубокой переработки сырья уделялось внимание в публикациях целого ряда авторов. Так, учёные занимались исследованиями в области переработки рыбопродукции [1, 2], минерального сырья [3], продукции животноводства [4], зерна и т.д. [5]; рассматривали современные тенденции, проблемы и перспективы развития глубокой переработки, изучали процессы налогообложения в сфере рыболовства и рыбоводства [6-8], а также правовые аспекты осуществления рыбохозяйственной деятельности [9]. Вместе с тем, оценка зависимости между глубиной переработки рыбы и эффективностью использования рыбного сырья не проводилась, как и не разработана система дифференцированной классификации водных биологических ресурсов, что предопределяет актуальность исследования.

В работе были проанализированы статистические данные о производстве рыбной продукции. На основе информации о внешней торговле были рассчитаны и проанализированы показатели потребления рыбной продукции на внутреннем рынке (по некоторым видам продукции). Также были рассмотрены существующие тенденции в развитии российской рыбопереработки, выявлены риски, ограничивающие ускорение развития данной отрасли. В работе были предложены возможные варианты стимулирования развития производства глубокой переработки.

Полученные при проведении исследования результаты демонстрируют возможность возникновения рисков, ограничений, а также предпосылок для развития производства востребованной на рынке рыбной продукции, подчеркивают необходимость развития новой системы контроля и учета эксплуатации запасов водных биоресурсов с целью повышения эффективности управления ими.

Результаты проведенных исследований указывают на необходимость учета экономических и социальных критериев при оценке эффективности (глубины) переработки уловов водных биоресурсов в целях устойчивой эксплуатации их запасов.

Результаты исследования и их обсуждение. Существует ряд факторов, влияющих на результаты деятельности предприятий, среди которых можно выделить три наиболее значимых, лежащих в основе успешного развития производства:

- увеличение спроса;
- внедрение технологических инноваций;
- рост квалификации используемого труда.

Увеличение спроса является мощным стимулом для предприятий расширять свои производственные мощности и увеличивать объемы производства. Технологические инновации, в свою очередь, способствуют оптимизации производственных процессов и сокращению затрат на производство. Одновременно наличие высококвалифицированного персонала обеспечивает не только высокое качество продукции, но и увеличивает общую производительность. Поэтому успешное развитие производства требует учета и эффективного взаимодействия всех трех перечисленных выше факторов.

Рыба, моллюски, ракообразные и водоросли играют важную роль в питании человека.

Однако в целях использования объектов промысла в качестве источника питания для человека или в качестве сырья для производства других видов продукции необходим процесс их переработки. Сам по себе такой процесс может характеризоваться как видом физического воздействия на сырье в процессе технологических операций, так и количеством и набором этих операций. От сложности процесса переработки зависит то, как и насколько полученные продукты переработки отличаются от исходного сырья.

Термин «глубина переработки» официально не утвержден, однако в процессе обсуждения темы развития производства продукции его активно используют. Очевидно, что по мере роста глубины переработки с применением различных технологических процессов растет уровень затрат на производство продукции и добавленная стоимость, и конечно, это также отражается на стоимости готовой продукции. При этом нужно отметить, что уровень глубины переработки, как правило, пропорционален степени готовности продукции и ассортиментному разнообразию рыбных продуктов, что является дополнительным положительным фактором при выборе товара потребителем.

Таким образом, рост глубины переработки способствует увеличению добавленной стоимости, а значит, является важным фактором для экономики. Кроме того, он обеспечивает более удобное и легкое конечное потребление, что благоприятно может влиять на уровень спроса на рыбную продукцию. Вместе с тем, на величину спроса продукции высокой глубины переработки оказывает влияние более высокая стоимость данной продукции в сравнении с продукцией с меньшей глубиной переработки.

В последнее время большое внимание уделяется обсуждению возможностей увеличения глубины переработки уловов водных биоресурсов. Наблюдаемый в настоящее время масштаб переоборудования и строительства новых рыболовных судов, создание и развитие береговых рыбоперерабатывающих заводов, ориентированных на рост объема переработки сырья (уловов водных биоресурсов), создает предпосылки для наращивания в России объемов производства филе, пищевого фарша, фарша «сурими».

Для изготовления фарша «сурими» в настоящее время используются современные линии, оснащенные рыборазделочным оборудованием нового поколения, неопрессами, декантерными центрифугами, что позволяет в значительной степени снизить затраты на ресурсы и сократить потребность в площадях. Это является очень важным фактором для наращивания объемов производства фарша «сурими» не только на береговых предприятиях, но и в судовых условиях [1].

Производство включает много этапов технологического процесса и соответствующий уровень необходимого оборудования. Например, автоматизированная линия японского производства Yanagiya Machinery (производительность по готовой продукции 20 тонн в сутки) состоит из емкости-дозатора со шнековой подачей разделанного сырья, моечного барабана, скребкового конвейера подачи тушки рыбы на мясокостный сепаратор (неопресс), мясокостного сепаратора, промывочной емкости с мешалкой, поршневого насоса подачи пульпы на барабанное сито, фильтра, декантерной центрифуги для отделения влаги, мерной емкости для объемного измерения фарша, фаршевой мешалки с таймером, емкости-дозатора со шнеками для формирования жгута «сурими» при расфасовке в полиэтиленовые пакеты и плиточные скороморозильные аппараты общей единовременной загрузкой 2 тонны.

Особенностью современных линий является возможность использования в качестве направленного сырья потрошеной рыбы и рыбы, разделанной на тушку, а не только пласт и филе рыбы, что позволяет увеличить выход мышечной ткани за счет полного ее снятия с позвоночной кости. При разделке рыбы на пласт и филе на позвоночной кости оставалось до 3,0-5,0 % мышечной ткани [1].

В отличие от фарша «сурими», производство пищевого рыбного фарша не предполагает использование дорогостоящих производственных линий и многостадийного технологического процесса. Чаще всего для изготовления используются нестандартные филе, срезки и кусочки мяса, получаемые при разделке рыбы на филе, которые затем измельчаются в фарш-машине. Полученный фарш формуется и замораживается; в таком виде он поступает

в розничную торговлю [2].

На рисунке 1 представлена динамика объема производства рыбного фарша (мяса рыбы) и его ежегодного прироста за 2018-2022 гг.

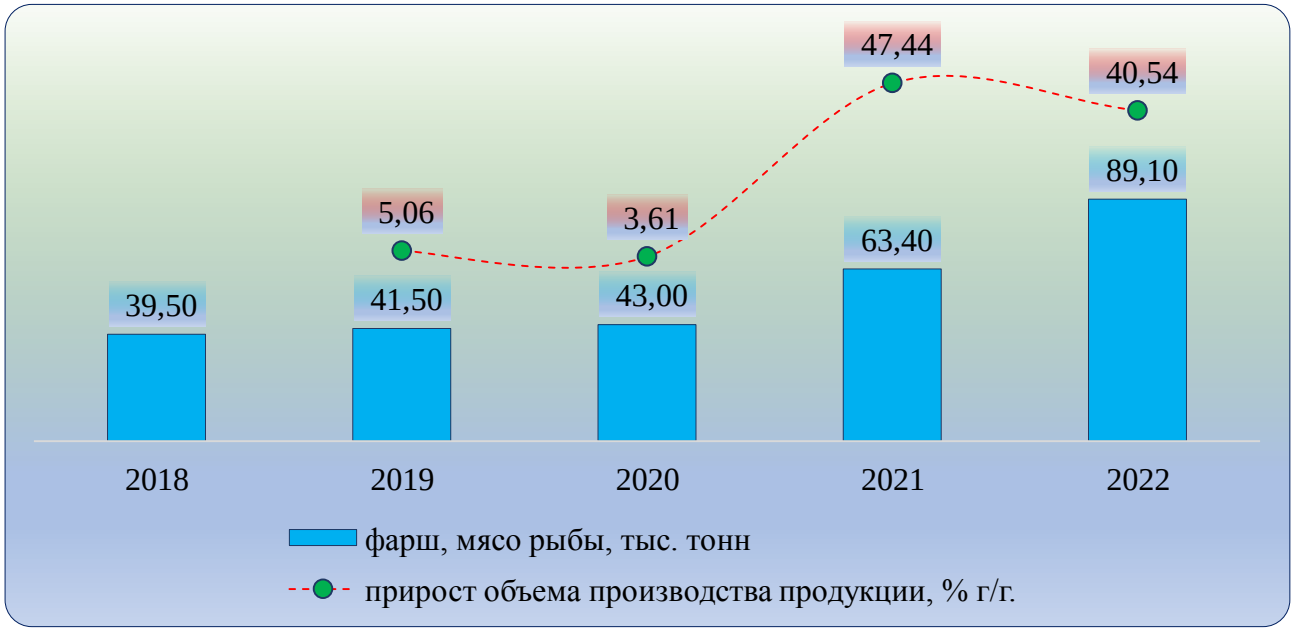


Рисунок 1 – Динамика объема производства рыбного фарша (мяса рыбы) и его ежегодного прироста за 2018-2022 г. (По данным федерального статистического наблюдения «Сведения о производстве, отгрузке продукции (товаров, работ, услуг) и балансе производственных мощностей» (Форма № 1-натура-БМ) за 2018-2022 гг.)

Видно, что до 2020 г. его рост фиксировался на уровне около 3-5 %, но начиная с 2021 г., наблюдается резкое увеличение производства указанной продукции с ежегодным приростом свыше 47 % до уровня 89,1 тыс. тонн. При этом хочется отметить, что помимо роста объема производства фарша, также в рассматриваемый период 2018-2022 гг. увеличилась в 2,3 раза и его доля в общем объеме произведенной пищевой рыбной продукции, составив 2,26 % в 2022 г.

Одним из способов переработки уловов водных биоресурсов на судах является консервирование, объемы производства и потребления данной продукции на внутреннем рынке представлены на рисунке 2. Следует отметить, что по сравнению с другими видами рыбной продукции их ежегодное изменение незначительное, что связано, в основном, с ограниченностью оснащения специализированным судовым оборудованием заводов, способных производить данную продукцию, а также наличием другой доступной рыбной продукции. Но, с другой стороны, уровень спроса на данный вид продукции достаточно стабильный.

Следует отметить, что темпы роста доходов населения зачастую отстают от темпов роста цен на потребительские товары, что оказывает негативное влияние на динамику спроса, и, следовательно, на объемы потребления произведенной продукции.

Результаты, полученные на основе анализа статистических и расчетных данных балансов производства, показателей внешней торговли, потребления рыбной продукции и ее стоимости, показывают, что в последние годы потребители склонны к выбору более удобной и подготовленной к потреблению продукции, несмотря на ее более высокую цену. При этом также наблюдается снижение интереса покупателей к продукции, которая требует больших затрат времени и труда для приготовления ее к употреблению, даже с учетом ее более низкой стоимости.

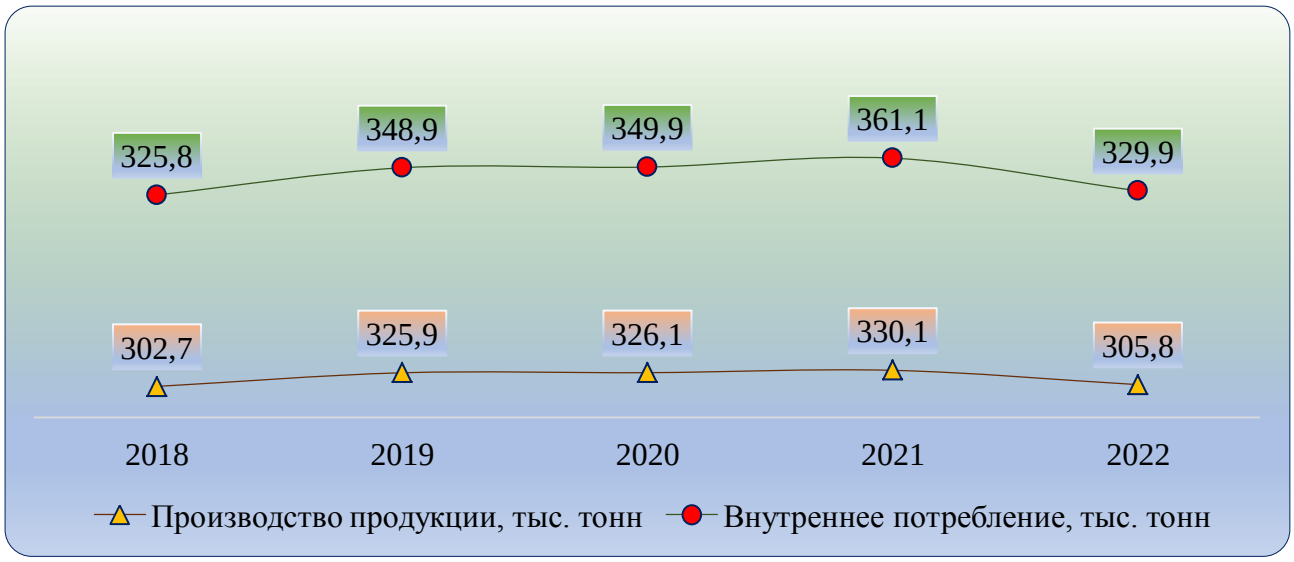


Рисунок 2 – Динамика производства и потребления рыбных консервов в период 2018-2022 г. (По данным федерального статистического наблюдения «Сведения о производстве, отгрузке продукции (товаров, работ, услуг) и балансе производственных мощностей»

(Форма № 1-натура-БМ) за 2018-2022 гг.)

В качестве примера можно привести динамику ежегодного прироста потребления рыбной продукции по таким видам, как рыба мороженая и филе рыбное мороженое в период 2019-2022 гг. Как свидетельствуют представленные данные, в указанный период темпы роста потребления мороженой рыбы были ниже темпов роста потребления филе мороженного, несмотря на то, что филе является продукцией более высокой ценовой категории (рис. 3, рис. 4). Снижение потребления филе и мороженой рыбы на внутреннем рынке в 2022 г. вызвано ускоренными темпами роста экспорта и сокращением импорта данного вида продукции.

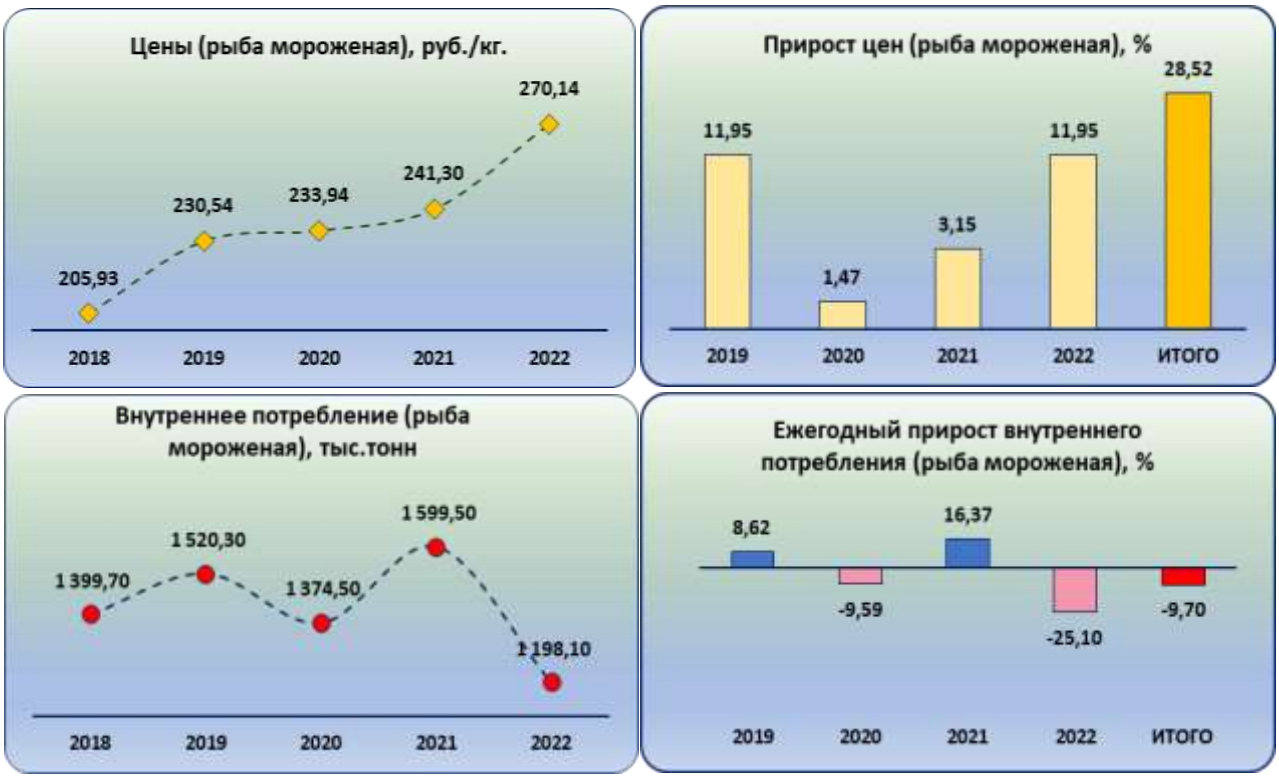


Рисунок 3 – Динамика показателей по продукции рыба мороженая в период 2018-2022 гг.

На представленных рисунках видно, что в 2018-2022 гг. суммарный прирост внутреннего потребления филе находится на уровне 12,7 %, имея в целом положительную динамику. Вместе с тем, в этот же период суммарный рост цены составил более 40 %. В отличие от филе, потребление рыбы мороженой в данный период демонстрирует сокращение на фоне менее стремительного роста цены на уровне 28 %. Нельзя также не упомянуть и о разнице самих цен между двумя приведенными видами продукции, которая в среднем отличается более чем в 1,5 раза. Такие тенденции развития потребительского поведения являются предпосылками того, что современное общество в своем стремлении приобретать более подготовленную к потреблению продукцию готово обеспечить спрос на растущий объем предложения такой продукции, а производители рыбной продукции могут развивать свои технологические и технические возможности и наращивать производство продукции.

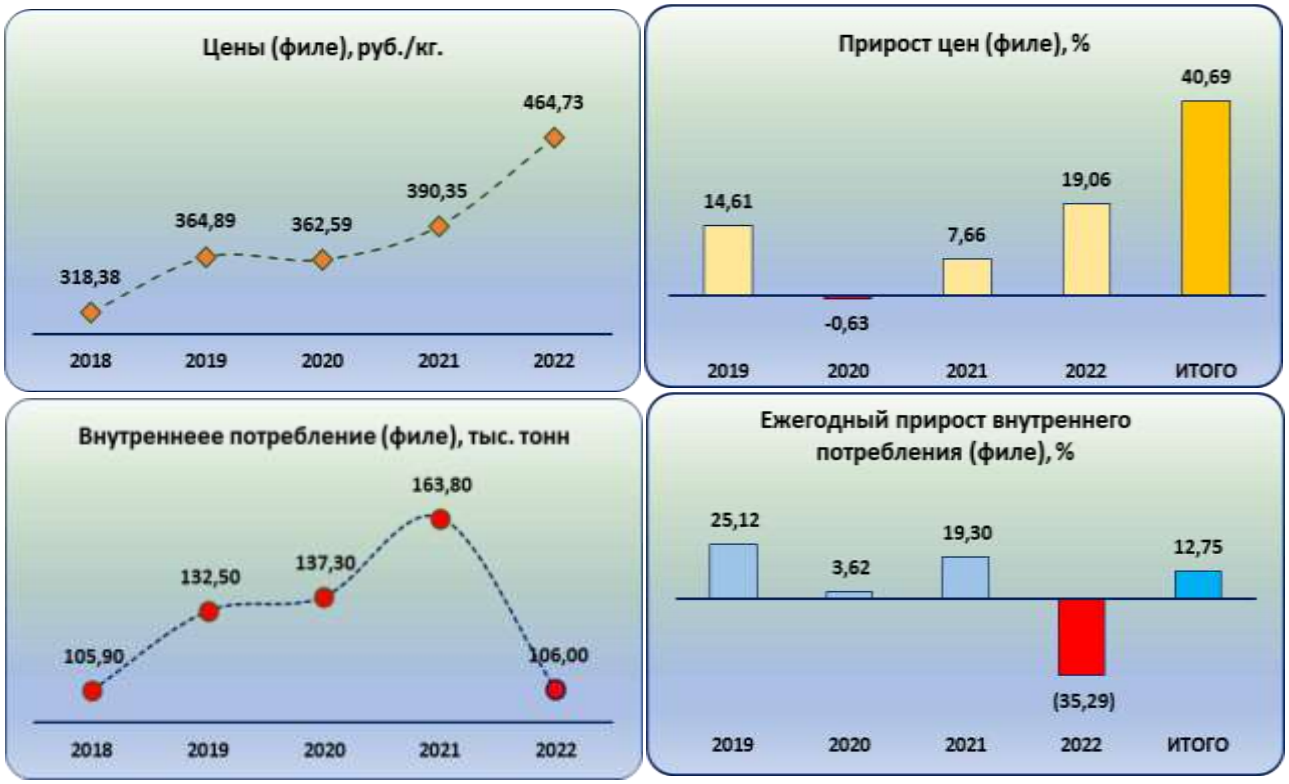


Рисунок 4 – Динамика показателей по продукции филе в период 2018-2022 гг.

Однако существует ряд ограничений и рисков, препятствующих стабильному развитию глубокой переработки.

В первую очередь необходимо отметить риски, связанные с техническими и технологическими ограничениями, в числе которых – отсутствие современных энергосберегающих технологий для разделки рыбы, замораживания и комплексной переработки отходов. Отечественная промышленность не обладает такими технологиями и не производит соответствующее оборудование для глубокой переработки уловов рыбы и других объектов промысла. Следовательно, для обеспечения новых возможностей, направленных на расширение ассортимента и увеличение объемов производства рыбной продукции с более глубокой переработкой, добывающие и перерабатывающие предприятия будут вынуждены понеси дополнительные затраты, которые окажут влияние на стоимость рыбных товаров для конечного потребителя [10].

При этом очень важно учитывать потребительский спрос на продукцию глубокой переработки, который зависит от потребительских привычек, формирующихся у населения на основе традиций, условий жизни, образования и современных тенденций в потребительских предпочтениях. Изменение и расширение ассортимента производимой рыбопродукции без учета этого фактора может привести не к росту потребления, который

оправдывает все совершенные затраты на модернизацию производства, а к обратному результату – невостребованности у потребителя, по крайней мере, на этапе предложения новой продукции [10].

Помимо предпочтения современных потребителей важным фактором, влияющим на потребительский спрос, является покупательная способность населения. Увеличение глубины переработки, как говорилось ранее, приводит к повышению затрат на единицу продукции и, соответственно, к увеличению стоимости и цены реализации рыбопродукции. Так рост цены на продукцию может привести к тому, что рыбопродукция окажется недоступной для потребителя [10].

Условно в переработке уловов водных биоресурсов можно выделить три уровня продукции:

– мороженая и охлажденная, в том числе филе;

– соленая, копченая, консервированная;

– высокотехнологичные производства, производящие биологически активные добавки, вытяжки, гидролизаты и пр.

Но в нормативной, правовой и технической документации понятие «глубокая переработка рыбного сырья» не сформулировано, его обычно используют различные службы, предприятия и специалисты отрасли в зависимости от поставленных задач. На сегодняшний день целесообразным представляется установить технологические принципы глубокой переработки и экономический эффект, получаемый в результате данного процесса. В свою очередь технологический процесс не существует сам по себе, а является важнейшей частью более общего производственного процесса, включающего в себя также процессы контрактации, закупки и логистики, продажи, управления финансами, административного управления и контроля качества [6].

Вступление в силу в 2017 году Технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) разделило всю пищевую рыбную продукцию на переработанную и непереработанную [11]:

– непереработанная пищевая рыбная продукция – пищевая рыбная продукция, изготовленная из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и других водных животных, а также водорослей и других растений, не прошедших переработку (обработку);

– переработанная пищевая рыбная продукция – пищевая рыбная продукция, изготовленная из рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих и других водных животных, а также водорослей и других растений, прошедшая переработку (обработку);

– переработка (обработка) – термическая обработка (кроме замораживания и охлаждения), копчение, консервирование, созревание, посол, сушка, маринование, концентрирование, экстракция, экструзия или сочетание этих процессов.

Несомненно, такая терминология является барьером для установления понятия глубокой переработки.

Таким образом, вся мороженая и охлажденная рыба различной степени разделки считается непереработанной продукцией, включая мороженое филе, которое пользуется спросом на рынке. Нужно отметить, что изготовление филе рыбы представляет собой многоступенчатый технологический процесс, корректирующийся в зависимости от различных видов филе: филе с кожей и костями, филе «бабочка», филе с кожей без костей, филе без кожи с костями, филе без кожи и костей, филе с кожей без костей без теши, филе-спинка, филе-хвостовая часть рыбы, филе-кусок, филе-ломтик. Для разделки рыбы на филе используют различные виды реза – прямой, косой, фигурный или более сложной конфигурации в зависимости от ее морфологической структуры. Процесс разделки тушки рыбы на филе включает автоматизированные и механизированные операции, а также ручной труд высококвалифицированных рыбообработчиков на производстве.

Крабы, креветки, мидии и другие беспозвоночные в замороженном виде также считаются непереработанной продукцией. Однако, если их сварить и заморозить, это уже будет рассматриваться как переработанная продукция. Термическая обработка ракообразных

увеличивает срок годности продукции, делает ее более технологичной для последующего приготовления и придает определенные потребительские свойства, включая изменение цвета с серого или сизого в розовый, красный или оранжевый.

Пищевой фарш и фарш «сурими», также относятся к категории непереработанной продукции. Важно отметить, что, несмотря на готовность к потреблению, согласно положениям Технического регламента, эти виды продукции рассматриваются как непереработанные пищевые рыбные продукты.

Следует обратить внимание на то, то возможность и целесообразность развития глубины переработки рыбного сырья определяются такими факторами, как:

– доступность сырья стабильного качества;
– стоимость сырья;
– возможность разработки, производства/приобретения и обслуживания высокотехнологичного оборудования;
– уровень развития логистики доставки от мест производства до рынков сбыта;
– возможность хранения запасов и способы реализации.

Указанные факторы поддаются регулирующему воздействию, и при правильно созданных условиях пользования запасами водных биоресурсов возможно обеспечить справедливый уровень интересов добывающих организаций, снизить стоимость сырья для перерабатывающих предприятий и, соответственно, стоимость продукции для потребителя. Этого можно добиться при условии применения иного, отличного от действующего, метода формирования сбора за пользование объектами водных биологических ресурсов. Концепция предлагаемого метода основана на применении результативного подхода экономической оценки ресурса, приносящего доход.

При этом подходе для расчета величины сбора за пользование водными биоресурсами может быть использована налоговая база, к которой применяется адвалорная (процентная) ставка. Сама налоговая база имеет прямую зависимость от результата, полученного в процессе использования ресурса. Следовательно, налоговая база зависит от совокупности условий, сложившихся в момент получения данного результата. Важно отметить, что при использовании этого подхода изменение условий и реакция на эти изменения происходят в одном направлении с одинаковой скоростью. К таким изменениям можно отнести рост или снижение рыночной цены, а также изменения курса валют (уплаты сбора, реализации продукции). Концепция направлена на получение государством платы за пользование водными биологическими ресурсами в объеме, который зависит от результата их использования. Иными словами, это изъятие определенной части (доли) ренты, полученной пользователем водными биоресурсами [7].

Отметим, что при использовании природных ресурсов налоговое бремя должно сместиться со стоимости, создаваемой трудом человека, его интеллектом и личными сбережениями, на добавленную стоимость, которую создает «труд» природы, эколого-ресурсные ограничения и развитие общественной инфраструктуры. То есть, объектом налогообложения должен стать рентный доход. Преимущество налогообложения земли и других природных ресурсов, по сравнению с налогообложением труда и капитала, как утверждает ряд ведущих экономистов, состоит в том, что их невозможно утаить, поэтому налог на ценность ресурсов устанавливается с большей точностью, легче и с меньшими затратами собирается [8,9].

Пользование водными биологическими ресурсами при осуществлении рыболовства – это их добыча (вылов) или их изъятие из среды обитания. Результатом добычи является улов объектов водных биологических ресурсов. Улов представляет собой сырец рыбы или других водных животных и растений. На этом этапе определять долю результата от использования водных биологических ресурсов, принадлежащую государству, нецелесообразно, так как взимание доли в натуральном выражении не отвечает интересам государства, а оценить ее величину в денежном выражении невозможно или достаточно трудоемко [7].

Поэтому первый результат, который может быть использован для определения доли

государства, – это полученная пользователем выручка от реализации продукции, произведенной из улова [7]. С учетом таких показателей, как затраты на производство и добавленная стоимость, рост которых, как говорилось ранее, характеризует производство продукции глубокой переработки, возможно дифференцировать объем сбора за пользование водными биоресурсами. Принимая в расчет указанные показатели, можно стимулировать развитие глубины переработки.

В этом направлении уже делаются определенные шаги: внесены изменения в Налоговый кодекс Российской Федерации, которые устанавливают право вычета при оплате сбора за пользование объектами водных биоресурсов при осуществлении рыболовства. Такие права предоставляются добывающим организациям, которые при переработке уловов водных биоресурсов на судах или береговых предприятиях производят виды продукции, включенные в соответствующий перечень. В действующей редакции указанный перечень включает филе рыбное, фарш рыбный и муку, произведенные из минтая, трески, пикши, сельди и основных видов дальневосточных лососей. Как видно, количество видов продукции, включенных в перечень достаточно ограниченное, как по видам продукции, так и по видам водных биоресурсов. Вместе с тем внесенные изменения не предполагают дифференциации по размеру предоставляемого вычета. Это негативно может отразиться на динамике объемов производства других видов продукции, не указанных в перечне видов водных биоресурсов, имеющих право вычета при оплате сбора за пользование объектами водных биоресурсов при осуществлении рыболовства. Также с большой степенью вероятности ограниченность видов продукции, внесенной в перечень, будет способствовать ускоренному росту стоимости продукции, не внесенной в перечень.

Вариантом реализации описанного выше метода может стать инструмент, в основе которого лежит карта дифференцированных уровней глубины переработки уловов водных биоресурсов с учетом применяемых технологий, затрат, технологических переделов, социальной значимости, то есть оценка эффективности использования уловов водных биоресурсов. При ее разработке будут определены уровни глубины переработки, и каждому из них будет присвоен свой корректирующий коэффициент. Этот коэффициент затем будет применяться при определении объема сбора за пользованием запасами водных биоресурсов. Вместе с тем при расчете могут быть использованы дополнительные корректирующие коэффициенты в зависимости от социальной значимости производства той или иной продукции.

Разработка и практическое применение указанного инструмента по определению уровня эффективности эксплуатации запасов водных биоресурсов на основе интегрированного учета показателей экономической деятельности предприятий рыбохозяйственного комплекса (включая добывающий и перерабатывающий секторы) представляет собой технически сложную задачу, трудную для реализации в прошлом. Однако с учетом активного развития систем передачи, учета, контроля и анализа информации на основе цифровых технологий, внедрение такого подхода кажется реалистичным если не в настоящее, то в ближайшее время. Таким образом, наиболее важной или даже основной целью разработки критериев глубины переработки уловов водных биоресурсов является создание возможности учета эффективности эксплуатации запасов водных биоресурсов при устойчивом развитии рыболовства.

Выводы. В настоящее время отсутствует формализованное понятие «глубокая переработка» уловов водных биоресурсов, а также критерии, характеризующие ее глубину. Однако введение такого понятия является необходимым для решения ряда практических задач:

1. Установление единого термина позволит сформировать четкое понимание процесса глубокой переработки среди всех заинтересованных сторон, в частности, производителей, контролирующих органов власти, исследователей и других специалистов.

2. Понимание процесса и ожидаемых результатов даст возможность разрабатывать эффективные стратегии и реалистичные прогнозы развития, эффективно реализовывать

планы действий, а также оценивать успешность процесса и формировать качественные и количественные характеристики его достижения.

3. Установление критериев глубины переработки обеспечит возможность проведения сравнительного анализа различных проектов развития перерабатывающего сектора рыбохозяйственного комплекса.

В итоге формализация понятия «глубокая переработка» и определение ее целей создают структурированное и системное представление о процессе, что облегчает его управление, оценку и оптимизацию.

Формирование системы дифференцированной классификации продукции с учетом ее характеристик предполагает ряд важных шагов:

1. Определение критериев классификации: установление основных критериев разделения продукции на категории, например уровень технологических переделов (переработки), а также учет других факторов, таких как характеристики сырья (вид водных биоресурсов, район промысла), добавленная стоимость и др.

2. Определение категорий и подкатегорий: установление категорий продукции (сырье, полуфабрикаты, готовая продукция) и их подкатегорий, отражающих уровень глубины переработки. Например, категория «готовая продукция» может включать подкатегории, такие как пищевые продукты и химические вещества.

3. Формирование кодировки: разработка кодов для включения в соответствующие классификаторы, такие как Общероссийский классификатор продукции (ОКПД 2).

4. Формирование системы дифференцированной классификации продукции по уровню глубины переработки позволит получать информацию для более точного анализа развития производства и рынков рыбных товаров. Это позволит корректировать стратегии развития, эффективно управлять ассортиментом продукции для удовлетворения потребностей потребителей и оптимизировать производственные мощности.

5. Формирование системы оценки эффективности использования уловов водных биоресурсов на основе дифференцированной классификации продукции. Эта система предоставит возможность анализировать и оценивать результаты использования уловов водных биоресурсов, а также создавать рекомендации по их корректировке. Учет результатов использования уловов водных биоресурсов может быть использован в качестве основы для определения дифференцированной величины платы за пользование запасами водных биоресурсов.

Целью формирования системы является стимулирование роста социально-экономической эффективности использования уловов водных биоресурсов через решение таких задач, как рост производства высокотехнологичной рыбной продукции, сокращение выбросов и потерь сырья, максимизация экономического эффекта, а также повышение уровня потребления рыбной продукции населением.

Создание такой системы направлено на повышение эффективности использования водных биоресурсов, стимулирование развития рыбопереработки.

Список использованной литературы:

1. *Харенко Е. Н., Яричевская Н. Н.* Современные тенденции использования минтая для производства фарша сурими // Труды ВНИРО. 2022. Т. 189. С. 222-227. DOI: 10.36038/2307-3497-2022-189-222-227. EDN: VMKNVP.
2. *Чупикова Е. С., Саяпина Т. А., Баштовой А. Н., Якуш Е. В.* Некоторые аспекты технологии рыбного фарша «Сурими» при глубокой переработке минтая // Рыбное хозяйство. 2023. № 3. С. 109-115. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-3-109-115. EDN: GXBXAG.
3. *Анисимова А.Б.* Глубокая и комплексная переработка минерального сырья: определение и экономический смысл // Вестник Евразийской науки. 2019. № 6. С. 1-10. URL: https://esj.today/PDF/32ECVN619 (дата обращения: 13.11.2023).
4. *Петров К. А., Кузнецова Н. Г.* Проблемы и перспективы развития глубокой переработки

продукции животноводства // Евразийский Союз Ученых. 2015. № 5 (14). С. 25-28.
5. *Гольдштейн В.Г., Куликов Д.С., Страхова С.А.* Перспективы глубокой переработки зерна пшеницы // Пищевая промышленность. 2018. № 7. С.14-17.
6. *Кацуба Е.Е.* Таможенный НДС: правовой комментарий. 2021. URL: https://base.garant.ru/77152550/ (дата обращения: 10.11.2023).
7. *Волошин Г. А.* Определение величины сбора за пользование объектами водных биологических ресурсов // Государственная служба. 2018. Т. 20. № 2 (112). С. 75-80. DOI: 10.22394/2070-8378-2018-20-2-75-80. EDN: XTBZVR.
8. *Куранов Ю. Ф., Васильев А. М.* Налоговая система в морском рыболовстве как инструмент повышения бюджетной эффективности // Рыбное хозяйство. 2016. № 6. С. 16-22.
9. *Титова Г.Д.* Биоэкономические проблемы рыболовства в зонах национальной юрисдикции. СПб.: ВВМ, 2007. 368 с.
10. Рыботорговая система Fishery.ru. Рыбная аналитика. URL: https://fishery.ru/analytics?idnews=233899 (дата обращения: 13.11.2023).
11. Технологический процесс, описание, виды, этапы. URL: https: stsnkiexpert.ru (дата обращения: 10.11.2023).

References:

1. Kharenko Ye. N., Yarichevskaya N. N. Sovremennyye tendentsii ispol'zovaniya mintaya dlya proizvodstva farsha surimi [Current trends in the use of pollock for the production of minced surimi]. *Trudy VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 2022, vol. 189. pp. 222-227. (In Russian). DOI 10.36038/2307-3497-2022-189-222-227. EDN VMKNVP.
2. Chupikova Ye. S., Sayapina T. A., Bashtovoy A. N., Yakush Ye. V. Nekotoryye aspekty tekhnologii rybnogo farsha «Surimi» pri glubokoy pererabotke mintaya [Some aspects of the technology of minced fish “Surimi” for deep processing of pollock]. *Rybnoye khozyaystvo* [Fisheries], 2023, no. 3, pp. 109-115. (In Russian). DOI: 10.37663/0131-6184-2023-3-109-115. EDN GXBXAG.
3. Anisimova A.B. Glubokaya i kompleksnaya pererabotka mineral'nogo syr'ya: opredeleniye i ekonomicheskiy smysl [Deep and complex processing of mineral raw materials: definition and economic meaning]. *Vestnik Yevraziyskoy nauki* [Bulletin of Eurasian Science], 2019, no. 6, pp. 1-10. (In Russian). Available at: https://esj.today/PDF/32ECVN619 (accessed 13.11.2023).
4. Petrov K. A., Kuznetsova N. G. Problemy i perspektivy razvitiya glubokoy pererabotki produktsii zhivotnovodstva [Problems and prospects for the development of deep processing of livestock products]. *Yevraziyskiy Soyuz Uchenykh* [Eurasian Union of Scientists], 2015, no. 5 (14), pp. 25-28. (In Russian).
5. Gol'dshteyn V.G., Kulikov D.S., Strakhova S.A. Perspektivy glubokoy pererabotki zerna pshenitsy [Prospects for deep processing of wheat grain]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2018, no. 7, pp.14-17. (In Russian).
6. Katsuba Ye.Ye. *Tamozhennyy NDS: pravovoy kommentariy* [Customs VAT: legal commentary], 2021. (In Russian). Available at: https://base.garant.ru/77152550/ (accessed 10.11.2023).
7. Voloshin G. A. Opredeleniye velichiny sbora za pol'zovaniye ob"yektami vodnykh biologicheskikh resursov [Determination of the amount of collection for the use of objects of aquatic biological resources]. *Gosudarstvennaya sluzhba* [State Service], 2018, vol. 20, no. 2 (112), pp. 75-80. (In Russian). DOI: 10.22394/2070-8378-2018-20-2-75-80. EDN: XTBZVR.
8. Kuranov Yu. F., Vasil'yev A. M. Nalogovaya sistema v morskom rybolovstve kak instrument povysheniya byudzhetnoy effektivnosti [Tax system in marine fisheries as a tool for increasing budget efficiency]. *Rybnoye khozyaystvo* [Fisheries], 2016, no. 6, pp. 16-22. (In Russian).
9. Titova G.D. *Bioekonomicheskiye problemy rybolovstva v zonakh natsional'noy yurisdiktsii* [Bioeconomic problems of fisheries in areas of national jurisdiction]. St. Petersburg, VVM Publ., 2007, 368 p. (In Russian).
10. *Rybotorgovaya sistema Fishery.ru. Rybnaya analitika* [Fish trading system Fishery.ru. Fish

analytics]. (In Russian). Available at: https://fishery.ru/analytics?idnews=233899 (accessed 13.11.2023).
11. *Tekhnologicheskiy protsess, opisaniye, vidy, etapy* [Tekhnologicheskiy protsess, opisaniye, vidy, etapy]. (In Russian). Available at: https: stsnkiexpert.ru. (accessed 10.11.2023).

Сведения об авторах / Information about authors

Волошин Григорий Александрович	канд. экон. наук, заместитель директора центра – начальник отдела экономического анализа и прогнозирования центра экономических исследований рыбного хозяйства Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19 voloshin@vniro.ru
Voloshin Grigoriy Aleksandrovich	Ph.D. (Econ.), Deputy Director of the Center – Head of the Department of Economic Analysis and Forecasting of the Center for Economic Research of Fisheries All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography 105187, Moscow, Okruzhnoy proezd, 19 voloshin@vniro.ru
Баришевский Евгений Васильевич	канд. экон. наук, глава городского округа Звёздный городок Московской области 141160, Московская область, п. Звездный городок, 47 zvezdnygo@mosreg.ru
Barishevsky Evgeniy Vasilievich	Ph.D. (Econ.), Head of the Zvezdny Gorodok urban district of the Moscow region 141160, Moscow region, Zvezdny Gorodok, 47 zvezdnygo@mosreg.ru

УДК 338.2:639.2 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.022**

Демчук О. В.

ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ И СОЗДАНИЕ БЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ

Аннотация. В статье представлены результаты исследования проблем государственной поддержки и создания благоприятных условий функционирования предприятий рыбохозяйственного комплекса РФ. Определены современные проблемы, стоящие перед предприятиями рыбного хозяйства и рассмотрены возможные направления решения выявленных узких мест. Дана характеристика основных угроз и рисков, возникших перед рыбохозяйственным комплексом в условиях санкций, наложенных на предприятия всех отраслей национальной экономики. Определен круг проблем, связанных с ухудшением сырьевой базы, как Мирового океана, так и исключительной экономической зоны Российской Федерации, на долю которой приходится наибольший объем добычи рыбы и морских гидробионтов, обеспечивающих продуктовую безопасность населения страны. Рассмотрены основные мероприятия федеральных и региональных органов государственной власти, направленные на формирование благоприятной предпринимательской среды в РФ, и, в частности, повышения инвестиционной привлекательности рыбохозяйственного комплекса. Результаты анализа могут быть использованы в процессе разработки мероприятий по привлечению инвестиционных средств в хозяйственную деятельность предприятий рыбного хозяйства.
Ключевые слова: рыбохозяйственный комплекс, аквакультура, государственная поддержка, инвестиционная привлекательность, квоты, экономическая эффективность, финансовое состояние.

Demchuk O. V.

PROBLEMS OF STATE SUPPORT AND CREATION OF FAVORABLE CONDITIONS FOR OPERATING ENTERPRISES OF THE FISHERY COMPLEX OF THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract. The article presents the results of a study of the problems of state support and the creation of favorable conditions for the functioning of enterprises of the fishery complex of the Russian Federation. The current problems facing fisheries enterprises are identified and possible directions for solving the identified bottlenecks are considered. The characteristics of the main threats and risks that arose for the fishery complex under the conditions of sanctions imposed on enterprises in all sectors of the national economy are given. A range of problems related to the deterioration of the raw material base of both the World Ocean and the exclusive economic zone of the Russian Federation, which accounts for the largest volume of production of fish and marine aquatic organisms that ensure food security for the country's population, has been identified. The main measures of federal and regional government bodies aimed at creating a favorable business environment in the Russian Federation, and, in particular, increasing the investment attractiveness of the fishery complex are considered. The results of the analysis can be used in the process of developing measures to attract investment funds into the economic activities of fisheries enterprises.
Keywords: fishery complex, aquaculture, government support, investment attractiveness, quotas, economic efficiency, financial condition.

Введение. Предприятия рыбного хозяйства РФ на современном этапе развития экономики можно отнести к стратегически важным, поскольку они входят в группу отраслей, которая призвана обеспечить продуктовую безопасность страны. Особую важность вопросы продуктовой безопасности населения страны приобрели в связи с введением целого рядя

санкций в отношении РФ после февраля 2022 года. Введенные санкции были направлены, в том числе, и на ограничение поставок продуктов питания из рыбы и морепродуктов [1].

Актуальность представленной темы обусловлена тем, что, с одной стороны, рыбная отрасль нуждается в дополнительных средствах для обновления основного капитала, который имеет очень высокую степень износа, а с другой стороны, повышение инвестиционной привлекательности субъектов хозяйственной деятельности и формирование положительного инвестиционного климата в стране является необходимым условием успешного развития не только отдельных секторов экономики, но и самого государства в целом.

Цель исследования – определить круг современных проблем, стоящих перед предприятиями рыбохозяйственного комплекса и оценить роль и значение государственной поддержки в условиях действия санкций против отраслей национальной экономики.

Материалы и методы исследования. Вопросами изучения проблем связанных с государственной поддержкой и привлечением инвестиций в рыбную отрасль занимаются многие отечественные ученые. К ряду наиболее известных отечественных авторов, изучающих проблематику привлечения инвестиционного капитала в рыбное хозяйство РФ, можно отнести Волкогона В. А., Дремлюга Д. О., Иванко Н. С. Корякина А. В., Мнацаканяна А. Г., Теплицкого В.А., Яркину Н. Н. Однако, современная экономическая ситуация постоянно меняется, что объективно обуславливает необходимость пересмотра направлений государственной поддержки предприятий рыбного хозяйства, и создание благоприятных условий его функционирования.

Результаты исследования и их обсуждение. Поддержка отраслей государством и привлечение инвестиций в различные сектора национальной экономики имеет очень важное значение [2]. Данное утверждение можно подтвердить, изучая зависимость темпов роста ВВП и инвестиций в основной капитала РФ за период 2001-2022 годов, динамика которых представлена на рисунке ниже.

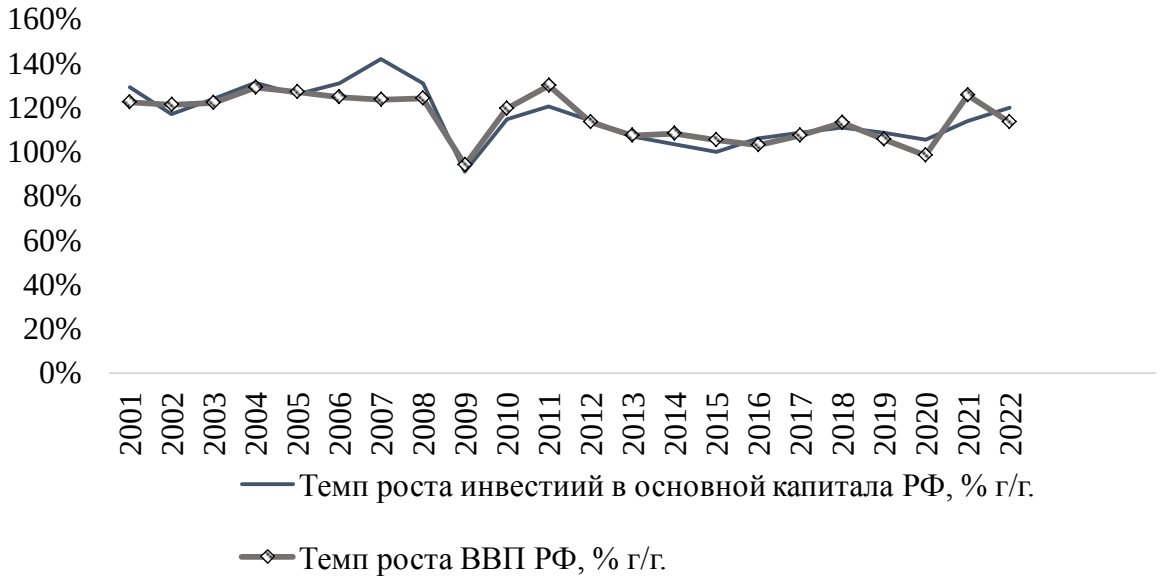


Рисунок 1 – Динамика темпов роста ВВП и инвестиций в основной капитал РФ за период 2001-2022 гг. [3]

Из рисунка 1 наглядно видно, что темпы ростов перечисленных показателей коррелируют между собой, то есть при росте инвестиций в основной капитал увеличивается ВВП страны и наоборот.

Более того, улучшение инвестиционного климата Российской Федерации, является

приоритетным направлением деятельности Министерства экономического развития Российской Федерации, в рамках которого Министерство формирует благоприятную предпринимательскую среду для ведения бизнеса посредством реализации ряда мер [4].

Рыбное хозяйство РФ также входит в перечень тех отраслей экономики, на которые направленна деятельность Министерства экономического развития [5]. Схематично все меры, которые используются Министерством экономического развития можно свести к следующим основным направлениям, которые представлены на рисунке 2.

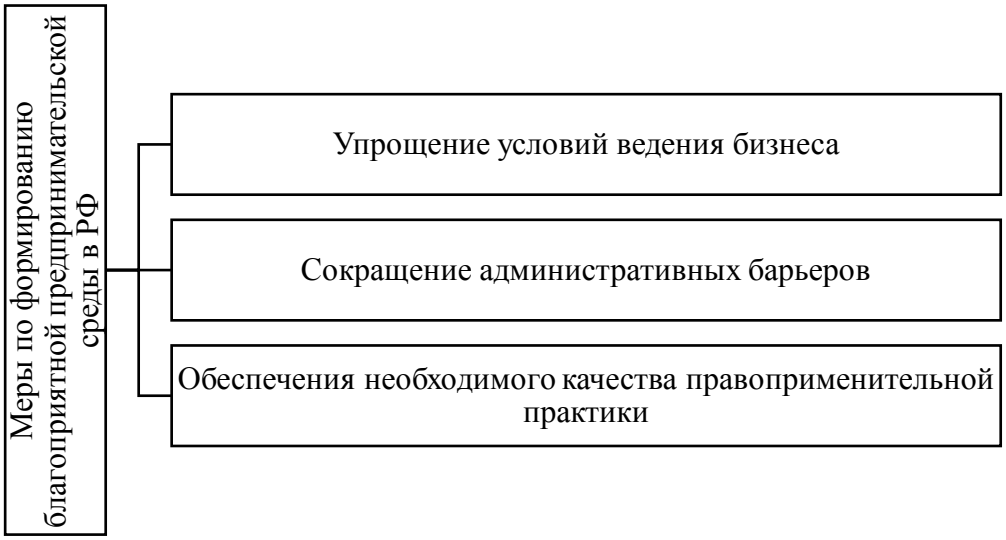


Рисунок 2 – Меры по формированию благоприятной предпринимательской среды в различных отраслях народного хозяйства РФ [6]

Актуализация вопроса инвестиционной привлекательности предприятий рыбохозяйственного комплекса РФ, а также создание благоприятной предпринимательской среды в данной отрасли, является стратегически необходимым, так как позволит обеспечить продовольственную безопасность страны в долгосрочной перспективе [7].

Анализ современной ситуации в рыбохозяйственном комплексе наглядно показывает наличие трех видов серьезных рисков. Первый риск связан с тем, что существенная часть проектов по строительству судов для рыбного хозяйства вышла из графиков, установленных по постройке и сдаче судна заказчику. С этим же риском связан еще один. Так, с 1 июля 2020 года, согласно постановлению Правительства Российской Федерации, судном, построенным на российских верфях, будет признаваться только то судно, главный двигатель которого построен и собран на российском заводе. В ином случае возникает риск непризнания такого судна построенного на российской верфи [8].

К сожалению, машиностроительный комплекс РФ на современном этапе не может справиться с поставленной задачей, поскольку введенные санкции против РФ в значительной степени сократили поставки необходимых комплектующих для двигателей судов, которые не производятся в нашей стране, и до настоящего времени, закупались у иностранных партнеров. Третий, и главный риск, и для государства и для инвесторов в особенности, это риск изъятия квоты на добычу морских гидробионтов у предприятий [3].

Основной причиной уменьшения выдачи квот на вылов рыбы выступает прогрессирующее снижение запасов основных традиционных объектов промысла, прежде всего, в исключительной экономической зоне России. Большинство аналитиков считают, что причины такого снижения связаны с естественными природными процессами, происходящими в Мировом океане, а также с чрезмерной промысловой нагрузкой на некоторых промысловых гидробионтов [9].

Необходимо отметить, что в настоящее время основной вылов отечественного флота

приурочен к исключительной экономической зоне Российской Федерации. Именно состояние запасов промысловых объектов в нашей экономической зоне определяет основные показатели деятельности российского рыбопромышленного комплекса [10].

На ряду с этим одним из мероприятий, которое позволило существенно повысить инвестиционную привлекательность деятельности рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации, стало подписание Постановления Правительства Российской Федерации от 20.07.2023 г. № 1173 [11], согласно которому продукция из рыбы и морепродуктов (по кодам 1604 и 1605 ТН ВЭД ЕАЭС) попадает под запрет на ввоз в Российскую Федерацию из недружественных стран.

По данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации данный запрет на ввоз продукции из Евросоюза, США и Норвегии позволит расчистить отдельные ниши для отечественных производителей, которые способны полностью закрыть потребности рынка в этой продукции [12]. Более того, наличие на внутреннем рынке импортной продукции рыбной отрасли ставило потребителей в зависимость от курса рубля, так как его ослабление неизбежно приводило к удорожанию продукции для потребителя, что в свою очередь вызывало рост инфляции и снижение потребительской активности населения.

После запрета на ввоз продукции из рыбы и морепродуктов не только увеличится количество российских производителей, но и снизятся цены на данную продукцию для населения, так как будут исключены факторы влияния курса рубля на производство, а также снижены логистические издержки.

Незначительное замедление темпов роста розничных цен на мороженную рыбную продукцию наблюдается уже по состоянию на сентябрь 2023 года. Так, согласно еженедельным данным мониторинга обзора ситуации на рынке рыбы ФГУП «Нацрыбресурс» за неделю (период с 22 по 28 августа 2023 года) розничные цены на мороженную рыбу в РФ были снижены на 0,28% (если рассматривать динамику цены с начала года, то рост составил 6,08%) [13]. Наибольшее снижение цен пришлось на Дальневосточный федеральный округ (минус 0,41% за неделю и против роста на 7,77 % с начала года). Что касается Центрального федерального округа и Северо-Западного федерального округа, то недельная динамика цен на мороженную продукцию для данных территорий была положительная (0,02 % и 0,71 % соответственно), учитывая то, что рост цен с начала года был минимальным – 5,23 % и 3,84% соответственно [13].

Положительное влияние мер по созданию благоприятной предпринимательской среды в рыбохозяйственном комплексе РФ не ограничивается снижением розничных цен для потребителей за счет роста предложения рыбной продукции. Улов основных видов рыбы также показывает опережающие показатели по сравнению с аналогичным периодом 2022 года: По данным на начало сентября 2023 года общий вылов рыбы составил 3737,4 тыс. т, что на 12,4 % выше показателя 2022 года [14].

Наибольший прирост составил вылов лососевых (559,5 тыс. т, что на 15,4 % выше показателя 2022 года) и минтая (1557,4 тыс. т или 6,5 % соответственно), которые имеют большое социально-экономическое значение для дальневосточных регионов и для российского потребителя в целом. При этом по треске и сельди наблюдается снижение вылова (-19,6 % и -12,5 % г/г соответственно) [13]. Причинами таких низких показателей специалисты отмечают проблемы с выгрузкой в портах Приморья на Дальнем Востоке из-за дождей и снижение фактического предложения рыбопродукции.

Для формирования благоприятной предпринимательской среды в рыбохозяйственном комплексе РФ дополнительно реализуется комплекс мероприятий [15]:

- льготное инвестиционное кредитование в рамках постановления № 512 от 26 апреля 2019 года на цели развития подотраслей растениеводства и животноводства, рыболовства и рыбоводства (аквакультуры), а также переработки продукции данных отраслей;
- предоставляются КАПЕКСы на строительство перерабатывающих мощностей;
- компенсация части затрат на транспортировку сельскохозяйственной и продовольственной продукции (для рыбной продукции преимущественно из минтая). В том

числе, ФАС России активно мониторит формирование стоимости железнодорожных перевозок и морского транспорта с Дальнего Востока, для исключения спекулирования ростом стоимости транспортных услуг нерыночными механизмами в связи с возросшими объемам перевозок рыбной продукции внутри страны.

На государственно уровне рассматривать также вопрос дополнительного субсидирования железнодорожных перевозок рыбной продукции с Дальнего Востока в центральные регионы России [16];

- компенсация части затрат на сертификацию продукции агропромышленного комплекса на внешних рынках;

- предоставляется возможность получения вычета по уплате сборов за пользование водными биоресурсами при производстве продукции глубокой переработки;

- возмещение части затрат на строительство судов рыбопромыслового флота и пр.

Для предприятий аквакультуры, помимо вышеперечисленных мер поддержки развития бизнеса также внедрены следующие преференции [07]:

- льготные кредиты и льготный лизинг согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 7 августа 2021 г. № 1313 и Приказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 22 сентября 2021 г. № 640;

- инструменты в рамках «компенсирующей» субсидии и гранты.

Учитывая все вышеперечисленные мероприятия в комплексе, а также снижение стоимости мороженной рыбной продукции, рост ее объемов транспортировки по рыночным ценам, позволят не только загрузить имеющиеся мощности по переработке рыбной продукции в Российской Федерации, но и стимулировать инвестиции в новые отечественные производственные мощности.

В ходе совещания с Президентом РФ Глава Росрыболовства отметил, что уже по состоянию на 17 августа 2023 года инвестиционными квотами в рамках мероприятий по формирования благоприятной предпринимательской среды в рыбохозяйственном комплексе РФ воспользовался ряд предприятий: идет строительство 105 современных рыбопромысловых и краболовных судов и 27 рыбоперерабатывающих заводов, построены 25 береговых фабрик и 18 судов (11 рыбопромысловых судов и 7 судов-краболовов) [17].

Что касается второй меры по формированию благоприятной предпринимательской среды, а именно сокращения административных барьеров для рыбохозяйственного комплекса, то следует отметить инициативы Министерства рыбного хозяйства Камчатского края, которые осуществляют непрерывный мониторинг административного давления на бизнес и вырабатывают меры по устранению выявленных барьеров [1**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

«Узкими местами» в развитии рыбохозяйственного комплекса РФ на момент написания статьи являются проблемы в логистической структуре. Проблема вызвана не только увеличением вылова рыбы в РФ, но и единовременным изменением логистических поставок товаров других отраслей в связи с вводом санкции против РФ [18]. Мощностей железнодорожного транспорта не хватает для обеспечения перевозок товаров всех отраслей, а морские перевозки сопряжены с риском задержек в судоремонте (ранее ремонт судов осуществлялся на иностранных мощностях, а отечественных мощностей на данный момент не хватает для единоразового удовлетворения спроса в данных услугах).

Для решения вышеотмеченной проблемы предполагается строительство 6 логистических комплексов в границах морских портов по программам инвестиционных квот: четыре – на Дальнем Востоке и два – на Северном бассейне, которые позволят качественно хранить продукцию и в дальнейшем планомерно ее транспортировать. Второй этап распределения «рыбных» квот привлечет в отрасль около 300 млрд. рублей инвестиций дальнейшего обновления переработки, рыбопромыслового и транспортного флота.

По заявлению Главы Росрыболовства, после реализации всех вышеотмеченных мероприятий и оприходования инвестиций, рыбохозяйственный комплекс РФ сможет обеспечить мощности для переработки 80% улова рыбы. Другими словами, отечественная

рыбная промышленность уйдет от сырьевого типа, который был ориентирован преимущественно на реализацию сырья по низким ценам [17].

Выводы. Таким образом, учитывая вышеизложенное, можно утверждать, что текущие мероприятия, которые реализуются на федеральном и региональных уровнях в рамках формирования благоприятной предпринимательской среды в РФ оказывают положительное влияние на инвестиционную привлекательность рыбохозяйственного комплекса РФ. Дальнейшая реализация предложенных мероприятий будет способствовать развитию отрасли и увеличению инвестиций в основной капитал, а, соответственно, и росту ВВП страны, повышению продовольственной безопасности населения.

Список использованной литературы:

1. Дмитрий Патрушев: в 2023 году ожидается положительная динамика вылова водных биоресурсов. URL: https://mcx.gov.ru/ministry/departments/ministerstvo-selskogo-khozyaystva/news/dmitriy-patrushev-v-2023-godu-ozhidaetsya-polozhitelnaya-dinamika-vylova-vodnykh-bioresursov/ (дата обращения: 12.11.2023).
2. Какие ограничения вводятся против товаров из недружественных стран. URL: https://www.alta.ru/external_news/102541/ (дата обращения: 12.11.2023).
3. Перспективы и актуальные вопросы развития отечественного рыбохозяйственного комплекса. URL: http://fish-forum.pro/doc (дата обращения: 12.11.2023).
4. *Демчук О. В.* Оценка факторов, влияющих на эффективность хозяйственной деятельности рыбохозяйственного предприятия // Научное обозрение: теория и практика. 2019. № 11 (67). С. 1638-1646.
5. *Яркина Н. Н.* Классификация факторов повышения эффективности использования ресурсов предприятий рыбохозяйственного комплекса // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2023. № 1. С. 218-224.
6. *Богачев А. И.* Обеспечение продовольственной безопасности на основе развития рыбного хозяйства // Вестник НГИЭИ. 2020. № 5 (84). С. 110-121.
7. *Корякина А. В., Теплицкий В. А., Мнацаканян А. Г.* Инвестиционные ресурсы рыбохозяйственного комплекса: монография. Калининград: Изд-во Калининградского государственного технического университета, 2021. 97 с.
8. *Дремлюга Д.* О строительстве рыбопромысловых судов в России // Рыбное хозяйство. 2022. № 6. С. 20-23.
9. *Демчук О. В.* Проблемы разработки современного механизма управления прибылью предприятия // Экономика и предпринимательство. 2019. № 9. С. 933-936.
10. Меры поддержки рыбохозяйственного комплекса. URL: https://minfish.kamgov.ru/mery-podderzki (дата обращения: 12.11.2023).
11. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: постановление Правительства Российской Федерации № 1173 от 20.07.2023 г. URL: http://government.ru/docs/all/148759/ (дата обращения: 12.11.2023).
12. Глава Росрыболовства доложил о ситуации в рыбной отрасли на совещании Президента РФ с членами Правительства. URL: https://fish.gov.ru/news/2023/08/17/soveshhanie/ (дата обращения: 12.11.2023).
13. О ситуации на рынке рыбы по состоянию на 4 сентября 2023 года. URL: https://www.nfr.ru/media/files/monitoring/2023/monitoring...04.09.2023.pdf (дата обращения: 12.11.2023).
14. *Луцева Э. О.* Рыбы нет, один минтай // Российский продовольственный рынок. 2022. № 6 (165). С. 20-22.
15. О предоставлении из федерального бюджета субсидий российским кредитным организациям, международным финансовым организациям и государственной корпорации развития «ВЭБ.РФ» на возмещение недополученных ими доходов по кредитам, выданным сельскохозяйственным товаропроизводителям (за исключением сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов), организациям и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим производство, первичную и (или) последующую (промышленную) переработку сельскохозяйственной продукции и

ее реализацию, по льготной ставке: постановление Правительства РФ № 512 от 26.04.2019 г. URL: https://base.garant.ru/72234382/ (дата обращения: 12.11.2023).
16. *Ушаков В. В.* Стратегическое планирование рыбного хозяйства в системе обеспечения его экономической безопасности // Морские технологии: проблемы и решения – 2021: сборник статей участников Национальной научно-практической конференции. Керчь, 2021. С. 199-203. EDN EPDFYG. URL: https://www.kgmtu.ru/documents/nauka/morskie_tekhnologii2021.pdf (дата обращения: 12.11.2023).
17. Развитие российской рыбной отрасли в условиях импортозамещения глава Росрыболовства оценивает положительно. URL: https://www.fishnet.ru/news/aquaculture_news/66543 (дата обращения: 12.11.2023).
18. ФАО. 2018. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018 – Достижение целей устойчивого развития. Рим. Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. URL: http://www.fao.org/3/i9540ru/I9540RU.pdf (дата обращения: 12.11.2023).

References:

1. *Dmitrii Patrushev: v 2023 godu ozhidaetsya polozhitel'naya dinamika vylova vodnykh bioresursov* [Dmitry Patrushev: in 2023, a positive trend in the catch of aquatic biological resources is expected.]. (In Russian). Available at: https://mcx.gov.ru/ministry/departments/ministerstvo-selskogo-khozyaystva/news/dmitriy-patrushev-v-2023-godu-ozhidaetsya-polozhitelnaya-dinamika-vylova-vodnykh-bioresursov/ (accessed 12.11.2023).
2. *Kakie ogranicheniya vvodyatsya protiv tovarov iz nedruzhestvennykh stran* [What restrictions are imposed on goods from unfriendly countries]. (In Russian). Available at: https://www.alta.ru/external_news/102541/ (accessed 12.11.2023).
3. *Perspektivy i aktual'nye voprosy razvitiya otechestvennogo rybokhozyaistvennogo kompleksa* [Prospects and topical issues of the development of the domestic fisheries complex]. (In Russian). Available at: http://fish-forum.pro/doc (accessed 12.11.2023).
4. Demchuk O. V. Otsenka faktorov, vliyayushchikh na effektivnost' khozyaistvennoi deyatel'nosti rybokhozyaistvennogo predpriyatiya [Assessment of factors affecting the efficiency of the economic activity of a fisheries enterprise]. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika* [Scientific review: theory and practice], 2019, no. 11 (67), pp. 1638-1646. (In Russian).
5. Yarkina N. N. Klassifikatsiya faktorov povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya resursov predpriyatii rybokhozyaistvennogo kompleksa [Classification of factors for increasing the efficiency of the use of resources of enterprises of the fisheries complex]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2023, no. 1, pp. 218-224. (In Russian).
6. Bogachev A. I. Obespechenie prodovol'stvennoi bezopasnosti na osnove razvitiya rybnogo khozyaistva [Ensuring food security through the development of fisheries]. *Vestnik NGIEI* [Bulletin of the NNSUEE], 2020, no. 5 (84), pp. 110-121. (In Russian).
7. Koryakina A. V., Teplitskii V. A., Mnatsakanyan A. G. *Investitsionnye resursy rybokhozyaistvennogo kompleksa* [Investment resources of the fisheries complex]. Kaliningrad, KSTU Publ., 2021, 97 p.
8. Dremlyuga D. O stroitel'stve rybopromyslovykh sudov v Rossii [About the construction of fishing vessels in Russia]. *Rybnoe khozyaistvo* [Fisheries], 2022, no. 6, pp. 20-23. (In Russian).
9. Demchuk O. V. Problemy razrabotki sovremennogo mekhanizma upravleniya pribyl'yu predpriyatiya [Problems of developing a modern profit management mechanism for an enterprise]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and entrepreneurship], 2019, no. 9, pp. 933-936. (In Russian).
10. *Mery podderzhki rybokhozyaistvennogo kompleksa* [Measures to support the fisheries sector]. (In Russian). Available at: https://minfish.kamgov.ru/mery-podderzki (accessed 12.11.2023).
11. Russian Federation. Resolution of the Government of the Russian Federation № 1173 of July, 20, 2023, *O vnesenii izmenenij v nekotorye akty Pravitel'stva Rossijskoj Federacii* [On

amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation]. (In Russian). Available at://government.ru/docs/all/148759/ (accessed 12.11.2023).
12. *Glava Rosrybolovstva dolozhil o situatsii v rybnoi otrasli na soveshchanii Prezidenta RF s chlenami Pravitel'stva* [The Head of Rosrybolovstvo reported on the situation in the fishing industry at a meeting of the President of the Russian Federation with members of the Government]. (In Russian). Available at: https://fish.gov.ru/news/2023/08/17/soveshhanie/ (accessed 12.11.2023).
13. *O situatsii na rynke ryby po sostoyaniyu na 4 sentyabrya 2023 goda* [On the situation on the fish market as of September 4, 2023]. (In Russian) Available at: https://www.nfr.ru/media/files/monitoring/2023/monitoring...04.09.2023.pdf (accessed 12.11.2023).
14. Lutseva E. O. Ryby net, odin mintai [No fish, just pollock]. *Rossiiskii prodovol'stvennyi rynok* [Russian food market], 2022, no. 6 (165), pp. 20-22. (In Russian).
15. Russian Federation. Resolution of the Government of the Russian Federation № 512 of April, 26, 2019, *O predostavlenii iz federal'nogo byudzheta subsidij rossijskim kreditnym organizaciyam, mezhdunarodnym finansovym organizaciyam i gosudarstvennoj korporacii razvitiya «VEB.RF» na vozmeshchenie nedopoluchennyh imi dohodov po kreditam, vydannym sel'skohozyajstvennym tovaroproizvoditelyam (za isklyucheniem sel'skohozyajstvennyh kreditnyh potrebitel'skih kooperativov), organizaciyam i individual'nym predprinimatelyam, osushchestvlyayushchim proizvodstvo, pervichnuyu i (ili) posleduyushchuyu (promyshlennuyu) pererabotku sel'skohozyajstvennoj produkcii i ee realizaciyu, po l'gotnoj stavke* [On the provision of subsidies from the federal budget to Russian credit organizations, international financial organizations and the State Development Corporation “VEB.RF” to reimburse their lost income on loans issued to agricultural commodity producers (with the exception of agricultural credit consumer cooperatives), organizations and individual entrepreneurs engaged in the production, primary and (or) subsequent (industrial) processing of agricultural products and their sale, at a preferential rate]. (In Russian). Available at: https://base.garant.ru/72234382/ (accessed 12.11.2023).
16. Ushakov V. V. Strategicheskoe planirovanie rybnogo khozyaistva v sisteme obespecheniya ego ekonomicheskoi bezopasnosti [Strategic planning of fisheries in the system of ensuring its economic security]. *Sbornik statei uchastnikov Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Morskie tekhnologii: problemy i resheniya – 2021»* [Collection of articles by participants of the National Scientific and Practical Conference “Marine technologies: problems and solutions – 2021”]. Kerch', 2021, pp. 199-203. EDN EPDFYG. (In Russian). Available at: https://www.kgmtu.ru/documents/nauka/morskie_tekhnologii2021.pdf (accessed 12.11.2023).
17. *Razvitie rossiiskoi rybnoi otrasli v usloviyakh importozameshcheniya glava Rosrybolovstva otsenivaet polozhitel'no* [The Head of Rosrybolovstvo assesses the development of the Russian fishing industry in the context of import substitution positively]. (In Russian). Available at: https://www.fishnet.ru/news/ aquaculture_news/66543. (accessed 12.11.2023).
18. *FAO. 2018. Costoyanie mirovogo rybolovstva i akvakul'tury 2018 – Dostizhenie celej ustojchivogo razvitiya. Rim* [FAO. 2018. The state of global fisheries and aquaculture 2018 – Achieving the Sustainable Development Goals. Rome]. URL: http://www.fao.org/3/i9540ru/I9540RU.pdf (accessed 12.11.2023).

Сведения об авторе / Information about author

Демчук Олег Владимирович

д-р экон. наук, профессор кафедры экономики и гуманитарных дисциплин
Керченский государственный морской технологический университет
298306, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
odemchuk1974@mail.ru

Demchuk Oleg Vladimirovich	Dr. Sci. (Econ.), Associated Professor at the Department of Economics and Humanities Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 odemchuk1974@mail.ru

УДК 338.439 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.023**

Иванов А. В., Коваленко О. А.

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В РЫБНОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. Данная статья посвящена наиболее востребованному на сегодняшней момент симбиозу взаимодействия государства и бизнеса, которое с точки зрения правовой формы называется государственно-частным партнерством (далее – ГЧП). Государственно-частное партнерство представляет собой некий альянс между государством и бизнесом, целью которого является реализация стратегических и жизненно важных, общественно значимых проектов в широком спектре сфер деятельности. При этом в рыбной отрасли, участвующей в решении проблемы продовольственной безопасности страны, применение проектов ГЧП пока не находит широкого применения. И это, естественно, требует объяснения. Для каждого из участников ГЧП оно призвано обеспечивать вполне определенную выгоду, экономический эффект при реализации совместной формы взаимодействия. Упомянутые эффекты могут лежать в разных для каждого из участников областях, иметь различную меру измерения не только в рамках финансовых показателей, но и с учетом специфики производственной деятельности.
Ключевые слова: государственно-частное партнерство, регион, рыбная отрасль, инвестиционные проекты, экономическая эффективность.

Ivanov A. V., Kovalenko O. A.

PROBLEMS OF ASSESSING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF REGIONAL PROJECTS OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN THE FISHING INDUSTRY

Abstract. This article is devoted to the currently most demanded symbiosis of interaction between the state and business, which, from the point of view of its legal form, is called public-private partnership (hereinafter referred to as PPP). Public-private partnership is a kind of alliance between the state and business, the purpose of which is the implementation of strategic and vital, socially significant projects in a wide range of areas of activity. At the same time, in the fishing industry, which is involved in solving the problem of the country's food security, the use of PPP projects is not yet widely used. And this, of course, requires an explanation. For each of the PPP participants, it is designed to provide quite a certain benefit, an economic effect in the implementation of a joint form of interaction. The mentioned effects may lie in different areas for each of the participants, have a different measure of measurement, not only within the framework of financial indicators, but also taking into account the specifics of production activities.
Keywords: public-private partnership, region, fishing industry, investment projects, economic efficiency.

Введение. Как известно, в окружающем нас мире нет ничего абсолютно чистого. Так и в общественном устройстве – любое нормативно-правовое регулирование со стороны государства по отношению к частному бизнесу по существу является государственно-частным партнерством. Именно такое регулирование, с одной стороны, делает бизнес более, или менее выгодным занятием. С другой стороны, формирует такую систему финансовых потоков, которая наполняет государственный бюджет денежными средствами, достаточными для функционирования государства и общества. Поэтому рыночная форма ведения хозяйства по определению подразумевает определенное партнерство между государством и частным бизнесом.

Целью исследования является изучение проблемы взаимодействия между государством и бизнесом, а также методических подходов к оценке экономической

эффективности региональных проектов государственно-частного партнерства в рыбной отрасли.

Материалы и методы исследования. Вопросам государственно-частного партнерства на сегодняшний день уделяется достаточно пристальное внимание как на законодательном уровне [1], так и на уровне отдельных субъектов хозяйствования. С научной точки зрения проблема эффективного взаимодействия между государством и частным бизнесом рассматривалась в трудах [2-4] и др. учёных. Вместе с тем, в современной научной литературе вопросы измерения экономического эффекта при реализации совместной формы взаимодействия, в том числе его оценке не только в рамках финансовых показателей, но и с учетом специфики производственной деятельности предприятий и организаций рыбохозяйственного комплекса, рассмотрены фрагментарно. Данное обстоятельство свидетельствует о своевременности и актуальности проведенного исследования.

Для достижения цели исследования были применены такие методы, как: анализ и синтез, системный и комплексный подходы, методы конкретизации и обобщения, а также индукции и дедукции.

Результаты исследования и их обсуждение. Ключевыми факторами для успешных отношений государства и частного бизнеса являются взаимопонимание, открытость, коммуникация и обмен информацией, а также признание взаимных целей [3].

Но около двадцати лет назад не только специалисты в области экономики и управления, но и широкая общественность нашей страны стали знакомы с понятием «государственно-частное партнерство» благодаря выходу в свет ряда федеральных законов и нормативно-правовых документов, регулирующих целый спектр новых видов и сфер взаимодействия органов государственной власти и их представителей (так называемых публичных партнеров) с представителями частного бизнеса. Действительно, до этого никто из руководителей государственных организаций не мог даже подумать о какой-либо совместной программе строительства с частными коммерческими компаниями, поскольку не являлся собственником имеющегося или создаваемого имущества и не имел права распоряжения им даже в том случае, если результатом этого сотрудничества было более эффективное выполнение уставных задач. А частный бизнес, в свою очередь, не рассматривал варианты вложения денег в государственные объекты недвижимости по причине невозможности оформления прав собственности на созданный объект недвижимости. Рыбная отрасль в контексте рассмотрения данного вопроса не является исключением, хотя, как было показано в [4], специфика деятельности рыбодобывающих предприятий приводит к необходимости внесения определенных корректировок.

Как и во многих других отраслях экономики, одной из основ развития рыбного хозяйства выступают инвестиции, осуществляемые в форме капиталовложений. Однако спецификой данной отрасли, сильно затрудняющей процесс инвестирования, является необратимость инвестиций в реальные активы [5]. Это свойство, присущее большинству проектов в сфере РХК, приобретает особое значение на фоне значительной неопределенности условий их осуществления. Решением проблемы может стать усиление участия в проектах государства путем прямого финансирования части инвестиционных затрат [4].

Однако до сих пор формально ГЧП не нашел отражения в мерах государственной политики в сфере рыбохозяйственного комплекса в РФ. В отрасли имеются лишь единичные примеры, которые по ряду признаков могут быть отнесены к ГЧП, хотя многие из содержащихся в отраслевых стратегических и программных документах положения и нормы предполагают тесное сотрудничество государства с негосударственными структурами [6, 7].

Наиболее развитой формой партнерства в России в настоящее время является совместное финансирование государством и бизнесом проектов создания и модернизации инфраструктуры, находящейся в государственной собственности, а также последующее совместное управление этими объектами. Так, по имеющимся оценкам, в 2020 г. в нашей стране на долю проектов транспортной и коммунальной сферы в сумме приходилось 86 %

общего объема заявленного на ближайшие годы финансирования по проектам ГЧП, включенным в национальный список [8].

Целью ГЧП с экономической точки зрения является стимулирование привлечения частных инвестиций в производство услуг, работ и потребительских товаров, которые должны быть обеспечены публично-правовыми образованиями за счет средств соответствующих бюджетов, а также сокращение участия государства в экономическом обороте, когда те же задачи могут быть эффективнее выполнены бизнесом. По сути дела, такая позиция может свидетельствовать о готовности государства снизить уровень своих возможностей по влиянию на определенные виды деятельности и сферы жизни общества [9].

В официальных документах указывается, что выгода ГЧП для экономики и государства в целом состоит в следующем:

- ускорение развития инфраструктуры страны;
- повышение качества строительства, эксплуатации и управления за счет инноваций, стимулов и компетенций частного капитала;
- снижение издержек на создание (поддержание) социальной и/или общественно значимой инфраструктуры;
- более широкий доступ к рынкам частного капитала;
- рост качества производимых товаров (работ, услуг);
- снижение бюджетной нагрузки и высвобождение дополнительных ресурсов [10].

ГЧП позволяет отдельным отраслям ускоренно развиваться [3]. В этом смысле рыбная отрасль в сегодняшнем понимании, особенно на региональном уровне, представляет несомненный интерес с точки зрения эффективности применения проектов ГЧП, поскольку, этот организационно-экономический инструмент пока не нашел должного применения в рыбной отрасли.

Тем не менее, на наш взгляд, правоверно и значительно интереснее начать с проблемы методического подхода к оценке экономической эффективности проектов ГЧП. С точки зрения теории обоснования экономических решений, для достижения различных видов целей, и имея только два параметра – «В» (полезность проекта) и «Р» (затраты на ее достижение), можно сформулировать следующие основные виды критериев экономической эффективности:

1. Превышение денежной оценки полезности над затратами на ее достижение. Этот вид критерия используется для оценки коммерческой эффективности проектов на уровне управления, позволяющем измерить полезность проекта в денежной форме – то есть, на уровне самостоятельного хозяйствующего субъекта, формирующего самостоятельный бухгалтерский баланс.

2. Максимизация полезности от реализации проекта при ограничении затрат (бюджета проекта). Данную постановку целесообразно использовать для проектов в таких сферах деятельности, где разница между существующим уровнем удовлетворения потребности и желаемым настолько велика, что достижение целевого показателя определяется только имеющимися в наличии ресурсами.

3. Минимизация затрат на реализацию проекта при вполне определенных и понятных значениях показателей полезности. В данном виде модели ограничением выступает уже показатель полезности, который имеет совершенно конкретное численное значение и не обязательно должен измеряться в денежной форме (например, напряжение в электрической сети или максимальная температура воды в системе водопровода).

4. Минимальные затраты на единицу полезности, или, что то же самое, максимальная полезность, достигаемая с единицы затрат. В течение достаточно длительного периода времени в большинстве научных и учебно-методических публикациях именно этот вид критерия был содержанием определения экономической эффективности. При видимой привлекательности данной модели построения критерия, его применение на практике очень ограничено большими трудностями в обеспечении условия сопоставимости вариантов реализации проекта. Действительно, при выборе лучшей альтернативы решения

экономической задачи мы либо проводим сравнение вариантов, одинаковых по объемному показателю, либо стараемся достичь максимального эффекта при одинаковом бюджете проекта.

На протяжении длительного времени все без исключения специалисты при выполнении экономического обоснования проектов развития, как отдельных хозяйствующих субъектов, так и целых сфер деятельности, были ориентированы на фундаментальные принципы и показатели, изложенные в Методических рекомендациях по оценке экономической эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования 1999 года [11]. Несмотря на то, что этот документ был согласован рядом федеральных министерств и ведомств, он никогда не носил обязательного характера. Ключевым показателем, используемым в качестве критерия экономической эффективности в соответствии с указанным методическим документом, является показатель чистого дисконтированного дохода, рассчитываемого как превышение суммы дисконтированных доходов над суммой дисконтированных расходов за срок реализации проекта. Такая форма критерия применительно к инвестиционным проектам коммерческого характера не вызывает сомнений. Однако, учитывая, что при реализации проектов, направленных на повышение качества жизни населения, целевыми должны быть не финансово-экономические показатели, а показатели социального характера, которые невозможно измерить в денежной форме, становится понятно, что при оценке их эффективности необходим и принципиально иной методический подход к выполнению расчетов [12].

Следующим важным этапом в формировании подходов к решению данной научной проблемы можно считать опубликование в 2015 году официальной Методики оценки эффективности проекта государственно-частного партнерства, проекта и определения их сравнительного преимущества (утверждена приказом Минэкономразвития России от 30.11.2015 года №894) [13] в обоснование целого ряда федеральных законов и подзаконных нормативных документов по развитию в нашей стране проектов государственно-частного партнерства.

Оценка эффективности проекта в соответствии с Методикой «проводится до определения сравнительного преимущества проекта на основании следующих критериев:

– финансовая эффективность проекта;

– социально-экономический эффект от реализации проекта» [13].

При этом сравнительное преимущество проекта предлагается определять «на основании соотношения следующих показателей:

– чистый дисконтированный расход средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации при реализации проекта и чистый дисконтированный расход при реализации государственного контракта, муниципального контракта (PBV);

– объема принимаемых публичным партнером обязательств в случае возникновения рисков при реализации проекта, и объема принимаемых таким публично-правовым образованием обязательств при реализации государственного контракта, муниципального контракта (PBV)» [13].

С точки зрения разработчиков методики, переплата может быть оправданной:

– если денежных средств в бюджете на данный момент нет, а потребность в объекте есть;

– если реализация проекта позволит увеличить доходную базу бюджета больше, чем будут переплаты бюджета в проекте ГЧП по сравнению с закупками;

– если качество услуг, предоставляемых частным партнером (показатели эффективности) будет выше настолько, что может оправдать большие бюджетные затраты.

Не вдаваясь в детали методического подхода к расчетам, изложенного в Методике 2015 года, мы видим, что в ней используется принципиально иной по сравнению с Методическими рекомендациями 1999 года вид критерия экономической эффективности – минимальный размер суммы дисконтированных бюджетных расходов и бюджетных обязательств по проекту. И это не удивительно, поскольку применение коммерческого

критерия для проектов, целью которых является достижение не экономических, а, как правило, социальных показателей, является не меньшим абсурдом, чем в случае с расчетами на уровне отдельных инженерных объектов [2].

Выводы. Анализу обоснованности применяемого подхода должно быть посвящено, на наш взгляд, отдельное исследование, но некоторые выводы можно сделать уже сейчас.

Во-первых, при достаточном наполнении бюджета соответствующего уровня денежными ресурсами сама постановка вопроса привлечения частных инвесторов для реализации инфраструктурных или социальных проектов в регионе становится как минимум дискуссионной. Но, в любом случае, инициатором проектом ГЧП должен быть только и исключительно публичный партнер, поскольку в противном случае инициатива частного партнера выглядит двусмысленной;

Во-вторых, из области возможного применения указанных выше методик выпадает оценка экономической эффективности различных технических решений, использования новой техники, изобретений, рационализаторских предложений и т. д. И отсутствие в правовом поле официального документа, регулирующего методический подход к решению подобного рода задач, является явной недоработкой.

В-третьих, ни одна из перечисленных выше методик не позволяет принимать обоснованные решения по поддержке на региональном уровне отдельных видов деятельности. Система учета таких показателей достаточно сложна и не всегда корректна.

В-четвертых, необходимо обратить внимание на сложность в реализации процедуры ГЧП, а также на уровень принятия решений по реализации ГЧП. В первом случае, при реализации проектов по созданию так называемой социальной инфраструктуры (школы, детские сады, спортивные комплексы, дома культуры и творчества и т. д.) застройщики вправе возводить объекты и вне существующих рамок ГЧП, то есть по более простой, понятной и уже «обкатанной» процедуре. Таким образом, использование новой процедуры ГЧП наряду с уже привычными юридическими альтернативами выглядит достаточно сомнительно.

Поэтому, на наш взгляд, было бы уместным принимать решения о реализации проектов ГЧП с учетом мнения региона или полностью (в части ряда проектов) переложить бремя ответственности по принятию проектов в рамках ГЧП на региональные власти. Это позволит с учетом дифференциации проектов по масштабу и объему инвестиций сделать более привлекательные юридические условия для малых и средних инвестиций в развитие инфраструктуры на местном уровне. Кроме того, для ряда проектов было бы полезно предусмотреть упрощенный и более ускоренный порядок оформления соглашения ГЧП.

Возвращаясь к выводу № 3, следует отметить, что такой вид критерия мог бы восполнить большой сегмент, выпадающий из корректного применения имеющихся на сегодняшний день методик – это корректная оценка эффективности отдельных видов деятельности и отраслей производства. Особенно актуальна эта проблема на региональном уровне, где органы государственного управления вынуждены принимать решения о мерах государственной поддержки не отдельных предприятий, а видов предпринимательской деятельности. На наш взгляд, было бы логично, если бы критерий эффективности был тесно связан с наполнением бюджетов как регионального, так и федерального уровней. Считаем, что в рыбодобывающей отрасли, где после перестройки во всей стране не осталось ни одного государственного предприятия, такая постановка была бы особенно актуальна.

В одной из предыдущих публикаций [14] мы уже делали попытку сформулировать вид показателя, по величине которого региональное руководство могло бы получить объективное представление об уровне полезности для региона того или иного вида деятельности. И, на наш взгляд, это мог бы быть некий аналог показателя внутренний региональный продукт в определенной области (отрасли) деятельности.

Компенсировать выявленные недостатки при проведении расчетов поможет, на наш взгляд, внедрение комплексного индекса полезности, который может рассчитываться с использованием следующих показателей:

– количество предприятий, расположенных на территории конкретного региона (с дифференциацией на юридические лица и индивидуальных предпринимателей) с определенным видом экономической деятельности (источником информации выступает Росстат);

– среднесписочная численность сотрудников, задействованных в определенном виде деятельности, и формируемый при этом фонд заработной платы (данные из официальной отчётности, предоставляемой организациями в Федеральную налоговую службы Российской Федерации);

– динамика цен на продукцию для населения, производимую на предприятиях, работающих в определенной отрасли, а также ее соотношение с изменением уровня инфляции;

– активы отраслевых организаций и предприятий (основные средства, нематериальные активы) и динамика привлечения инвестиций в их развитие, содержащиеся в отчётах по форме № 1 «Бухгалтерский баланс»;

– валовый региональный продукт по определенному виду деятельности;

– денежные потоки по наполнению федерального и регионального бюджетов отраслевыми предприятиями и организациями.

На наш взгляд, количество показателей может быть дополнено с учетом специфики различных отраслей, но в любом случае в их числе должен присутствовать показатель, характеризующий стабильное наполнение бюджетов всех уровней. При этом, как было показано в [14], применительно к рыбной отрасли на региональном уровне было бы целесообразно дифференцировать рыбодобывающие предприятия по признаку района ведения промысла (в прибрежной зоне и во внутренних водоемах, когда практически весь улов доставляется на береговые предприятия для дальнейшей переработки, и в удаленных районах промысла, когда добытая рыба и морепродукты не доходят до российских портов и перерабатывающих предприятий).

Приведенные выше меры, на наш взгляд, позволили бы создать более благоприятные условия для реализации инвестиционных проектов в рамках ГЧП в рыбной отрасли, а также способствовали осуществлению обоснованной поддержки коммерческих предприятий со стороны государства.

Список использованной литературы:

1. О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон Российской Федерации № 224-ФЗ от 13.07.2015 г. (ред. от 29.12.2022 г.). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182660/ (дата обращения: 15.11.2023).
2. *Кучеренко А.В.* Государственно-частное партнерство в России: этимология и законодательные механизмы // ЮРИСТ. 2018. № 10. С. 28-33.
3. *Гудименко Г. В.* Государственно-частное партнёрство как инструмент социально-экономического развития Калининградской области // Балтийский экономический журнал. 2022. № 4 (40). С. 4-10.
4. *Карлов А. М., Мнацаканян Р. А.* Метод определения параметров участия государства в финансировании проектов ГЧП в сфере РХК // Балтийский экономический журнал. 2022. № 3 (39).
5. *Мнацаканян А., Харин А.* Инвестиции и перспективы развития российского рыбного хозяйства // АПК: экономика и управление. 2022. № 2. С. 64-74.
6. Государственная программа Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса»: постановление Правительства Российской Федерации № 314 от 15.04.2014 г. URL: https://base.garant.ru/70644222/ (дата обращения: 15.11.2023).
7. Стратегия развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации № 2798-р от 26.11.2019 г. URL:

https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72972854/ (дата обращения: 15.11.2023).
8. Инвестиции в инфраструктуру – 2020. М.: Infra One Research, 2020. 157 с.
9. Инвестиции в инфраструктуру и ГЧП 2020 // Аналитический обзор Национального центра государственно-частного партнерства. М. 2020. 38 с.
10. О концессионных соглашениях: федеральный закон Российской Федерации № 115-ФЗ от 21.07.2005 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54572/ (дата обращения: 15.11.2023).
11. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=8730 (дата обращения: 15.11.2023).
12. *Жихаревич Б. С., Жунда Н.Б. и др.* Местная экономическая политика в России: очерк становления и трансформации (1995-2005 гг.): монография. М.: Леонтьевский центр, 2006. 152 с.
13. Об утверждении Методики оценки эффективности проекта государственно-частного партнерства, проекта муниципально-частного партнерства и определения их сравнительного преимущества: приказ Минэкономразвития России № 894 от 30.11.2015 г. URL: https://base.garant.ru/71282690/ (дата обращения: 15.11.2023).
14. *Иванов А.В., Дорофеева В.В., Ульяненкова О.А.* Формирование системы показателей оценки эффективности рыбохозяйственной деятельности на региональном уровне // Вестник КГМТУ. 2022. № 2. С. 246-262.

References:

1. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 224-FZ of July 13, 2015 (as amended of Desember 29, 2022), *O gosudarstvenno-chastnom partnerstve, munitsipal'no-chastnom partnerstve v Rossiyskoy Federatsii i vnesenii izmeneniy v otdel'nyye zakonodatel'nyye akty Rossiyskoy Federatsii* [On public-private partnership, municipal-private partnership in the Russian Federation and amendments to certain legislative acts of the Russian Federation]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182660/ (accessed 15.11.2023).
2. Kucherenko A.V. Gosudarstvenno-chastnoye partnerstvo v Rossii: etimologiya i zakonodatel'nyye mekhanizmy [Public-private partnership in Russia: etymology and legislative mechanisms]. *YURIST* [LAWYER], 2018, no. 10, pp. 28-33. (In Russian).
3. Gudimenko G. V. Gosudarstvenno-chastnoye partnorstvo kak instrument sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Kaliningradskoy oblasti [Public-private partnership as a tool for social and economic development of the Kaliningrad region]. *Baltiyskiy ekonomicheskiy zhurnal* [Baltic Economic Journal], 2022, no. 4 (40), pp. 4-10. (In Russian).
4. Karlov A. M., Mnatsakanyan R. A. Metod opredeleniya parametrov uchastiya gosudarstva v finansirovanii proyektov GCHP v sfere RKHK [Method for determining the parameters of state participation in financing PPP projects in the field of environmental management]. *Baltiyskiy ekonomicheskiy zhurnal* [Baltic Economic Journal], 2022, no. 3 (39). (In Russian).
5. Mnatsakanyan A., Kharin A. Investitsii i perspektivy razvitiya rossiyskogo rybnogo khozyaystva [Investments and prospects for the development of the Russian fishery]. *APK: ekonomika i upravleniye* [AIC: economics and management], 2022, no. 2, pp. 64-74. (In Russian).
6. Russian Federation. Decree of the Government of the Russian Federation № 314 of April 15, 2014, *Gosudarstvennaya programma Rossiyskoy Federatsii «Razvitiye rybokhozyaystvennogo kompleksa* [State program of the Russian Federation “Development of the fishery complex”]. (In Russian). Available at: https://base.garant.ru/70644222/ (accessed 15.11.2023).
7. Russian Federation. Order of the Government of the Russian Federation № 2798-r of November 26, 2019, *Strategiya razvitiya rybnogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda* [Strategy for the development of fisheries in the Russian Federation for the period until 2030]. (In Russian). Available at: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/

72972854/ (accessed 15.11.2023).
8. *Investitsii v infrastrukturu – 2020* [Investments in infrastructure – 2020]. Moscow, Infra One Research Publ., 2020, 157 p. (In Russian).
9. Investitsii v infrastrukturu i GCHP 2020 [Investments in infrastructure and PPP 2020]. *Analiticheskiy obzor Natsional'nogo tsentra gosudarstvenno-chastnogo partnerstva* [Analytical Review of the National Center for Public-Private Partnership]. Moscow, 2020, 38 p. (In Russian).
10. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 115-FZ of July 21, 2005, *O kontsessionnykh soglasheniyakh* [On concession agreements]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54572/ (accessed 15.11.2023).
11. *Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh proyektov* [Methodological recommendations for assessing the effectiveness of investment projects]. (In Russian). Available at: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=8730 (accessed 20.11.2023).
12. Zhikharevich B. S., Zhunda N.B. et al. *Mestnaya ekonomicheskaya politika v Rossii: ocherk stanovleniya i transformatsii (1995-2005 gg.)* [Local economic policy in Russia: an essay on formation and transformation (1995-2005)]. Moscow, Leontief Center Publ., 2006, 152 p. (In Russian).
13. Russian Federation. Order of the Ministry of Economic Development of Russia № 894 of November 30, 2015, *Ob utverzhdenii Metodiki otsenki effektivnosti proyekta gosudarstvenno-chastnogo partnerstva, proyekta munitsipal'no-chastnogo partnerstva i opredeleniya ikh sravnitel'nogo preimushchestva* [On approval of the Methodology for assessing the effectiveness of a public-private partnership project, a municipal-private partnership project and determining their comparative advantage]. (In Russian). Available at: https://base.garant.ru/71282690/ (accessed 15.11.2023).
14. Ivanov A.V., Dorofeyeva V.V., Ul'yanenkova O.A. Formirovaniye sistemy pokazateley otsenki effektivnosti rybokhozyaystvennoy deyatel'nosti na regional'nom urovne [Formation of a system of indicators for assessing the effectiveness of fishery activities at the regional level]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2022, no. 2, pp. 246-262. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Иванов Александр Вадимович	д-р экон. наук, профессор Калининградский государственный технический университет 236022, Калининградская область, г. Калининград, Советский проспект, 1 ivanovav57@mail.ru
Ivanov Alexander Vadimovich	Dr. Sci. (Econ.), Professor Kaliningrad State Technical University 236022, Kaliningrad region, Kaliningrad, Sovetsky ave., 1 ivanovav57@mail.ru
Коваленко Ольга Александровна	государственный налоговый инспектор отдела камерального контроля УФНС России по Калининградской области 236017, г. Калининград, ул. Каштановая аллея, 28 oulianenkova_oa@mail.ru
Kovalenko Olga Alexandrovna	State Tax Inspector of the Department of Desk Control of the Federal Tax Service of Russia for the Kaliningrad region 236017, Kaliningrad, Kashtanova alley str., 28 oulianenkova_oa@mail.ru

УДК 338.43 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.024**

Котенев А.Д., Будагов Н.В.

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОСУДАРСТВА: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И РИСКИ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Аннотация. Проблематика обеспечения оптимального уровня продовольственной безопасности приобретает в настоящее время особую актуальность, требуя принятия комплекса решений как финансово-экономического, так и технико-технологического характера. Рассматривая экономическую доступность продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья, авторы акцентируют внимание на роли государства в ее обеспечении. Авторами отмечено наличие ряда характеристик, негативно влияющих на физическую доступность продовольствия, вызванную факторами как внутреннего, так и внешнего характера. Рост числа населения, вызванный процессами миграционного характера, требует принятия исчерпывающих мер в обеспечении граждан государства качественным продовольствием, с учетом их материальной обеспеченности. Отмечено, что по отдельным позициям, прежде всего рыбе и рыбопродуктам, из-за высокой стоимости их транспортировки предпочтительным являются импортные аналоги.
Ключевые слова: продовольственная безопасность, экономическая доступность, экономические санкции, продовольственные товары, сельскохозяйственное сырье.

Kotenev A.D., Budagov N.V.

FOOD SECURITY OF THE STATE: SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS AND RISKS OF ITS SECURITY

Abstract. The issue of ensuring an optimal level of food security is currently acquiring particular relevance, requiring the adoption of a set of decisions of both a financial, economic, and technical and technological nature. Considering the economic accessibility of food products and agricultural raw materials, the authors focus on the role of the state in ensuring it. The authors noted the presence of a number of characteristics that negatively affect the physical availability of food caused by factors of both internal and external nature. The growth in population caused by migration processes requires the adoption of comprehensive measures to provide citizens of the state with quality food, taking into account their material security. It is noted that for certain items, primarily fish and fish products, due to the high cost of their transportation, imported analogues are preferable.
Keywords: food security, economic accessibility, economic sanctions, food products, agricultural raw materials.

Введение. В настоящее время продовольственная безопасность государства, являясь важнейшим компонентом экономической безопасности, выступает основополагающим фактором в обеспечении национального суверенитета. Достижение приемлемого уровня продовольственной безопасности способствует улучшению социально-экономического климата государства, повышению качества жизни населения, стимулирует развитие человеческого потенциала. Раскрывая теоретико-методологические аспекты обеспечения продовольственной безопасности государства, следует охарактеризовать ее базовые подходы, позволяющие осуществить изучение соответствующего механизма, с возможностью выработки инициатив по его совершенствованию.

Целью исследования является анализ экономической и физической доступности продовольствия, на основе изучения соответствующих характеристик, с целью выявления реального уровня продовольственной безопасности и возможностей его улучшения.

Материалы и методы исследования. Проблемы обеспечения требуемого уровня продовольственной безопасности анализируются в работах как отечественных, так и

зарубежных ученых, среди которых следует выделить Папцова А.Г., Решетникову Н.В., Трысячного В.И., Прока Н.И., Мельникова А.Б., Муратова М.В. Трубилина А.И., Снимщикову И.В. и других [1-11].

При подготовке материалов были использованы как труды отечественных ученых по вопросам продовольственной безопасности и качества производимого сельскохозяйственного сырья, так и данные информационной сети Интернет, сведения Федеральной службы государственной статистики. Анализ указанных материалов проводился на основе таких методов как: табличный, сравнение, графический, аналитический, аналогии.

Результаты исследования и их обсуждение. Основным документом, раскрывающим требования к уровню продовольственной безопасности государства, является Указ Президента РФ от 21.01.2020 г. «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», в соответствии с которым, оценка уровня продовольственной безопасности осуществляется на основе использования ряда показателей, таких как физическая доступность, экономическая доступность, продовольственная независимость, соответствие установленным требованиям.

«Продовольственная независимость определяется как уровень самообеспечения в процентах, рассчитываемый как отношение объема отечественного производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия к объему их внутреннего потребления и имеющий пороговые значения в отношении, %:

1. зерно, картофель – не менее 95 %;
2. сахар, молоко и молочные продукты, овощи и бахчевые, растительное масло – не менее 90 %;
3. мясо и мясопродукты, рыба и рыбопродукты, соль пищевая – не менее 85 %;
4. отечественные семена сельскохозяйственных культур – не менее 75 %;
5. фрукты и ягоды – не менее 60 %» [12].

Обладая обширными пахотными землями, Российская Федерация ставит цели в достижении заявленных критериев, что, по сути, является свидетельством не уровня самообеспеченности продовольствием, а степени организованности самого процесса производства продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. Несмотря на изменяющиеся условия хозяйствования, валовая продукция агропромышленного комплекса за последние пять лет значительно выросла. Так, в 2022 году российские аграрии собрали рекордный урожай зерновых – более 150 млн тонн.

В таблице 1 отражен объем производимой сельскохозяйственной продукции России по категориям хозяйств.

Анализ представленных в таблице 1 данных свидетельствует о наращивании объемов производства продукции сельского хозяйства всех категорий хозяйств. В среднем за рассматриваемый период ежегодный прирост составлял 14 %, наивысшую динамику прироста демонстрируют в 2022 г. сельскохозяйственные организации – 17 %, кроме того, в связи с постоянным ростом цен на продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье, объемы производства продукции гражданами в рамках домашних подсобных хозяйств постоянно возрастают, что является закономерной особенностью в рамках реализации политики импортозамещения.

Процесс обеспечения продовольственной безопасности сопряжен с рисками, имеющими как внешнюю, так и внутреннюю природу. К ним следует отнести:

1. риски технико-технологического характера, вызванные физическим и моральным износом основных фондов, применяемых в процессе производства продукции;
2. кредитно-финансовые, связанные с отсутствием возможности получения кредитных ресурсов на приемлемых условиях, высокая стоимость производства, отсутствие равных условий конкурентной борьбы;
3. организационно-правовые, связанные с наличием «серых схем» и теневого сектора;
4. социальные риски, обусловленные низкой оплатой труда, отсутствие престижа

профессии, связанной с сельскохозяйственным производством, «вымирание» сельских территорий [1].

Таблица 1 – Продукция сельского хозяйства России по категориям хозяйств (в фактически действовавших ценах; млрд рублей)

Отрасли сельского хозяйства	2018	2019	2020	2021	2022
Все категории хозяйств					
Всего	5348,8	5801,4	6468,8	7710,3	8850,9
Растениеводство	2756,1	3056,4	3612,7	4464,7	5265,6
Животноводство	2592,7	2745,0	2856,1	3245,6	3585,3
Сельскохозяйственные организации					
Всего	3022,1	3348,4	3787,0	4566,8	5348,3
Растениеводство	1438,8	1641,0	2021,8	2497,8	3016,7
Животноводство	1583,3	1707,4	1765,2	2069,0	2331,6
Хозяйства населения					
Всего	1656,7	1659,7	1717,6	1958,5	2070,5
Растениеводство	787,1	778,8	798,2	971,4	1021,2
Животноводство	869,6	880,9	919,4	987,1	1049,3
Крестьянские (фермерские) хозяйства					
Всего	670,0	793,3	964,2	1185,0	1432,1
Растениеводство	530,2	636,6	792,7	995,5	1227,7
Животноводство	139,8	156,7	171,5	189,5	204,4

Примечание: таблица составлена авторами на основе данных информационного сайта ТО ФСГС.

Приведенные риски сопряжены с проблемами обеспечения физической и экономической доступности продуктов питания, а также соответствующего качества данных товаров.

Базовой составляющей продовольственной безопасности выступает доступность продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. Так, введенные иностранными государствами в отношении России экономические санкции оказывают негативное влияние на физическую доступность продуктов. При этом, рост цен на энергоресурсы приводит к удорожанию производимых продуктов питания. В этих условиях наблюдается разрыв в платежеспособном спросе населения России и, как следствие, сокращение объема потребления пищевых продуктов лицами с низкими доходами. Ослабление курса рубля оказывает влияние на предложение и приводит к заметному росту стоимости продовольствия [2].

Обеспечение физической доступности продовольственных товаров осуществляется как в рамках отдельного субъекта государства, так и страны в целом. Россия практически в полном объеме обеспечивает возникающие потребности населения государства в таких важных товарах как мясо и мясопродукты, рыбой, зерном, молоком и молочными продуктами. Вместе с тем, остаются нерешенными вопросы посадочного и племенного материала [3].

В целях проведения анализа объемов производства продукции растениеводства на душу населения, отразим соответствующие данные в таблице 2.

Представленные в таблице 2 данные свидетельствуют о нестабильной ситуации в производстве продукции растениеводства в расчете на душу населения.

Таблица 2 – Производство продукции растениеводства на душу населения по Российской Федерации, кг

Наименование продовольственных товаров	2017	2018	2019	2020	2021
Зерновые и зернобобовые культуры	923	771	826	911	832
в т. ч. пшеница	586	491	507	586	521
Семена подсолнечника	71	87	105	91	107
Картофель	148	153	150	134	125
Овощи открытого и закрытого грунта	93	93	96	95	92
Плоды, ягоды и виноград	22	27	28	25	27

Примечание: таблица составлена авторами на основе данных информационного сайта ТО ФСГС.

Так, отмеченные выше статистические данные демонстрировали рост объемов производства за анализируемый период, однако в пересчете на душу населения, данный рост нивелируется в связи с изменением демографической ситуации в стране. Наблюдается снижение показателя по таким культурам как зерновые и зернобобовые на 91 кг или почти на 10%, картофель с 148 кг в 2017 году до 125 кг в 2021 году или более чем на 15%. Рост объемов овощей закрытого и открытого грунтов, наблюдавшийся с 2017 по 2021гг. сменился снижением, что обусловлено изменениями во внешнеторговых отношениях России с рядом государств, занимающихся экспортом в нашу страну указанных продовольственных товаров.

Экономическая доступность во многом обусловлена влиянием двух групп факторов – во-первых, уровнем доходов, во-вторых, стоимостью приобретаемых товаров. Имущественное и социальное расслоение российского общества предопределяет объем продовольственного бюджета каждой семьи. Так, наблюдается закономерность – чем меньше объем доходов, тем в большей степени потребляются хлебобулочные изделия и сводится к минимуму приобретение рыбы, фруктов и ягод, мяса и мясопродуктов. Парадоксально, но семьи, имеющие более высокий уровень дохода, также предпочитают хлебобулочную продукцию, отличающуюся более высоким качеством.

В таблице 3 отражены сведения экономической доступности основных продуктов питания в РФ.

Таблица 3 – Экономическая доступность основных продуктов питания по Российской Федерации, %

Наименование продовольственных товаров	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Мясо и мясные продукты	101,4	102,7	102,7	104,1	104,1	104,2	105,8
Молоко и молочные продукты	71,1	70,8	70,5	72,0	73,8	73,9	74,2
Яйца и яйцепродукты	106,5	108,5	109,2	109,6	108,8	109,0	109,1
Сахар	487,5	487,5	487,5	487,5	487,5	487,5	487,5
Рыба и рыбные продукты	101,4	104,1	91,8	95,9	90,9	89,4	87,1
Масло растительное	14,2	115,8	116,7	116,7	115,8	115,3	114,9
Картофель	100,0	100,0	98,9	98,9	95,6	98,1	96,8
Овощи и бахча	72,9	74,3	76,4	77,1	76,4	76,2	77,3
Фрукты и ягоды	121,9	121,9	120,8	120,8	120,8	120,1	118,5

Примечание: таблица составлена авторами на основе данных информационного сайта ТО ФСГС.

Анализ данных, отраженных в таблице 3, свидетельствует о том, что несмотря на рост доходов населения, экономическая доступность основных продуктов питания ниже положенных норм. Так, экономическая доступность рабы и рыбных продуктов в рамках рассматриваемого временного промежутка ежегодно снижается с 101,4 % в 2016 году до

87,1 % в 2022 году. Основной причиной данного снижения является рост транспортных затрат, доля которых в цене указанного продукта превышает 70 % (в советское время было не более 15 %). В данных условиях приобретение рыбы иностранного производства будет более выгодным, чем покупка, привезенной, например, из Камчатки аналогичной продукции.

Указывая на значимость самообеспеченности государства продовольствием, отмечается довольно тревожная ситуация, раскрывающая структуру финансовых ресурсов населения государства, направляемых на покупку продуктов питания. Так, следует выделить ряд субъектов России (Республика Крым, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Смоленская область), жители, которых расходуют на приобретение продуктов питания подавляющий объем зарабатываемых средств. Данный факт свидетельствует об ограниченной экономической доступности продовольствия жителей указанных регионов, ввиду низкого уровня их доходов.

Важнейшим аспектом обеспечения продовольственной безопасности государства является обеспеченность аграрного производства соответствующей техникой (рисунок 1).

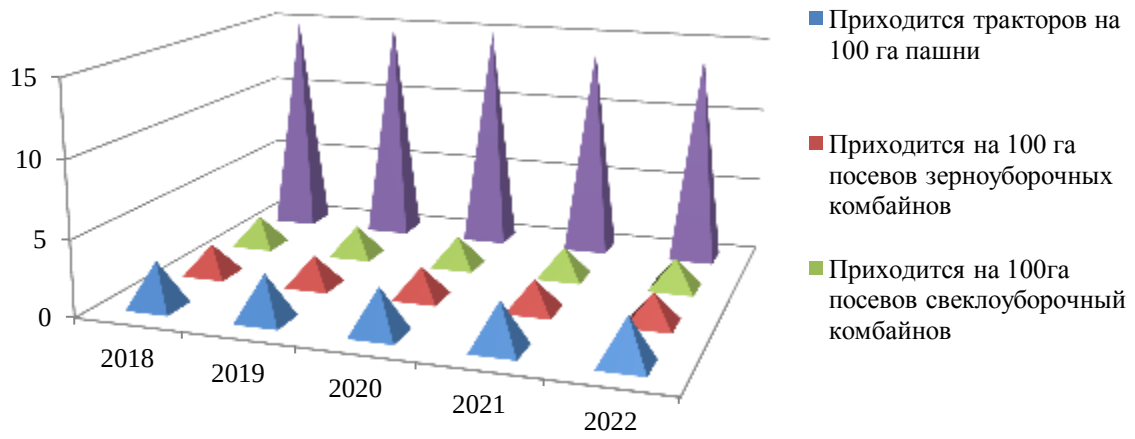


Рисунок 1 – Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами по Российской Федерации (рисунок составлен авторами на основе данных информационного сайта ТО ФСГС)

Характеристика материально-технического обеспечения агропромышленного производства свидетельствует о наличие противоречия в рамках объективной необходимости обновления тракторного парка и эффективным использованием имеющейся техники. Нехватка соответствующей сельскохозяйственной техники ограничивает технико-технологические возможности участников хозяйствования, повышает трудоемкость выполняемых работ, увеличивает сроки ее выполнения. При этом эффективное использование имеющегося тракторного парка заметно снижает срок ее окупаемости, а использование в производственном процессе инновационных подходов, позволяет ускорить воспроизводственные процессы. Основными причинами дефицита тракторов и комбайнов является их дороговизна (комбайн кормоуборочный РСМ стоит 22 млн руб., а стоимость 1 тонны пшеницы в Ставропольском крае при рекордном урожае 10 тыс. руб.), а также в случае с использованием техники иностранного происхождения – санкционные ограничения, вызывающие затруднения с доставкой из-за рубежа. Кроме того, немногие аграрии, в виду нехватки свободных финансовых ресурсов, используют достижения НИОКР, что свидетельствует о невозможности развития здоровой конкурентной среды. Недостаточная оснащенность сельскохозяйственной техникой является причиной существенных потерь урожая, что прямо отражается на уровне продовольственной безопасности. Ежегодные потери зерна составляют более 13 млн т (объем потребления зерна в Центральном федеральном округе составляет 1,5 млн т в 2022 году), молока около 7 млн т. Уход с российского рынка иностранных производителей сельскохозяйственной техники создает

дополнительные трудности ее сервисного обслуживания, увеличивая кратно стоимость запасных частей и соответствующих технологических работ. Решение указанной задачи собственными силами участников аграрного рынка, как правило, не представляется возможным. В данной связи, необходимо комплексное участие государства, с учетом современных реалий и потребностей производителей.

По мнению ряда авторов, основой обеспечения продовольственной безопасности выступает продуманная социальная политика. Необходим комплекс мер, направленный на улучшение уровня жизни населения, прежде всего в сельской местности; нивелирования разницы цен на продовольствие и уровня доходов населения; усиление контроля за качеством производимой продукции по всей технологической цепочки производственного процесса. Приведенные факторы имеют системный характер, обеспечение которых потребует научный подход. Следует акцентирует внимание на то, что физическое наличие требуемых продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья не гарантирует обеспечения продовольственной безопасности. Данное противоречие указывает на неспособность населения в приобретении требуемых продуктов питания в связи с их высокой стоимостью и желанием граждан осуществить замещение на более дешевые товары, при этом не отвечающие требованиям калорийности и безопасности. Подобный подход не позволяет констатировать обеспечение населения экономической доступности продовольствия [4].

Разрешение социальных проблем в рамках обеспечения продовольственной безопасности на основе роста подсобных хозяйств свидетельствует об ухудшении существующей социально-экономической ситуации в стране. Данное утверждение связано с тем, что подобного рода деятельность фактически представляет собой микро предприятие, члены которого занимаются выпуском продовольствия. Тем не менее, им приходится сталкиваться с массой проблем, положительное разрешение которых, является практически невозможным [5].

На рисунке 2 отражен уровень продовольственной независимости России за период 2015-2022 гг.

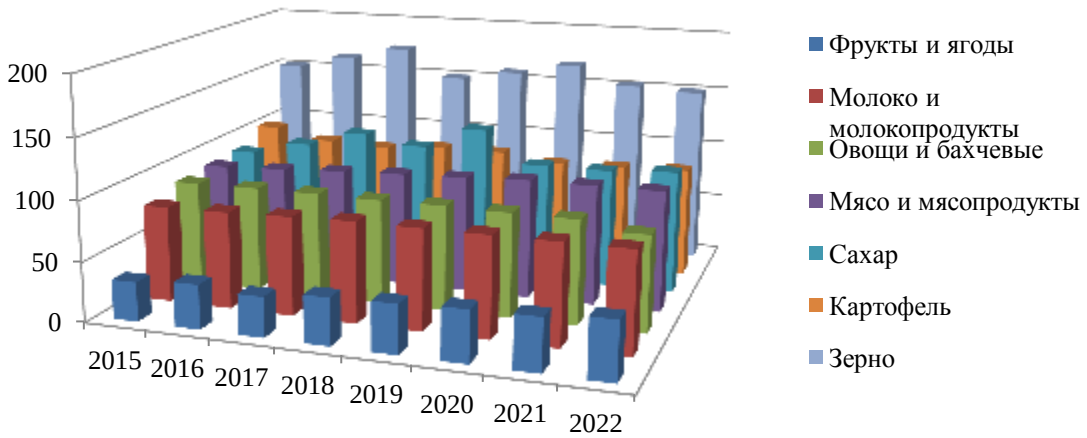


Рисунок 2 – Уровень продовольственной независимости России по видам сельскохозяйственной продукции (рисунок составлен авторами на основе данных информационного сайта ТО ФСГС).

Уровень продовольственной независимости, несмотря на имеющиеся значительные успехи в производстве продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья пока не является приемлемым по всем жизненно необходимым товарам. Так, даже 53 % рост производства фруктов и ягод за анализируемый период не позволил достичь требуемого уровня независимости. Не в полной мере решены вопросы обеспечения молоком и молочной продукцией, а также овощами. Следует отметить положительную динамику в производстве

отечественными производителями фруктов и ягод. Прежде всего, следует выделить ряд субъектов России, где объем их производства за анализируемый период значительно вырос: Кабардино-Балкарская Республика, Ставропольский край, Краснодарский край, Республика Крым, Республика Адыгея, Республика Дагестан. Тем не менее, остаются нерешенными проблемы логистики, первичной переработки, встраивания в продовольственную цепочку крупных торговых сетей.

Необходимость реализации более действенных мер отмечают в своих работах ряд авторов, указывая на обострение ряда проблем, таких как:

1. рост числа безработных, при одновременной нехватки кадров;
2. заметное снижение покупательской способности населения;
3. усиление зависимости уровня жизни граждан от мер государственной помощи и другие.

Обострение указанных проблем проявляется в форме продовольственного ажиотажа и продовольственной паники, вызванной резким повышением цен на отдельные группы продовольственных товаров в условиях их пиковой потребности (рост цен на сахар в пандемийный 2020 год на 59 %). Вместе с тем, действие санкций имеет и ряд позитивных моментов, вызванных, прежде всего активизацией деятельности отечественных производителей, улучшением качества производимых продуктов, на основе освоения современных наукоемких технологий [6].

Меры по обеспечению требуемого уровня продовольственной безопасности продиктованы особенностями технологических процессов производства, хранения и переработки продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. Так, практически отсутствует современная высокоэффективная система хранения картофеля, произведенного на приусадебных участках, а также в рамках деятельности крестьянско-фермерских хозяйств (до 80% всего производимого картофеля). Аналогичная ситуация наблюдается с овощами, фруктами, мясом и молоком. Лишь около 3% указанных участников сельскохозяйственного производства обладают требуемыми площадями для хранения, отвечающими необходимым условиям. Таким образом, целесообразно создание непрерывных холодильных цепей. Данный подход позволит значительно снизить объем потерь, вследствие порчи и выбытия продукции. Кроме того, следует организовать государственный контроль за движением по формуле «от поля – к столу». Повышение культуры потребления продуктов, и как следствие снижение объема утраты, связано с развитием системы информирования и просвещение населения.

Выводы. Таким образом, анализ теоретико-методических аспектов обеспечения продовольственной безопасности, как важнейшего элемента экономической безопасности государства свидетельствует о многоаспектности понятия, сложности его трактования и спорности определения. Рассмотренные теоретические подходы в обеспечении требуемого уровня продовольственной безопасности демонстрируют необходимость развития действенной политики импортозамещения, основной целью которой выступает повышение конкурентоспособности отечественных продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья за счет внедрения передовых технологий, обновления основных фондов, создания требуемых резервов с учетом воздействия негативных эндогенных и экзогенных факторов. Также следует отметить, что достаточный уровень продовольственной безопасности оказывает положительное влияние на демографическую ситуацию в стране, так как содействует росту качества жизни населения и позволяет достичь высоких стандартов жизнеобеспечения.

Список использованной литературы:

1. *Мельников А.Б., Зеленская А.М., Брык В.Ю.* Актуальные аспекты обеспечения глобальной продовольственной безопасности // Вестник Академии знаний. 2022. № 1 (48). С. 181-188.
2. *Муратов Н.В.* Обеспечение продовольственной безопасности России в условиях

негативного внешнеэкономического воздействия: дис. … канд. экон. наук: 08.00.05 / Николай Владимирович Муратов. М., 2016. 178 с.
3. *Россинская Г.М., Ибрагимова З.Ф., Ишмухаметов Н.С.* Продовольственная безопасность: формирование и проявление на разных уровнях экономической системы // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2022. № 3 (165). С. 11-17.
4. *Ознобихина Л.А.* Факторы, препятствующие развитию продовольственной безопасности для современного российского общества // Московский экономический журнал. 2022. № 1. С. 608-618.
5. *Решетникова Н.В.* Особенности государственного регулирования малых форм хозяйствования агропродовольственного комплекса в условиях глобальных вызовов и угроз // International agricultural journal. 2022. № 2. С. 811-826.
6. *Мельников А.Б., Снимщикова И.В., Трысячный В.И. и др.* Продовольственная безопасность России в условиях реализации политики импортозамещения: монография. Краснодар: КубГАУ, 2017. 214 с.
7. *Папцов А.Г.* Тенденции глобального продовольственного обеспечения в условиях пандемии // Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-globalnogo-prodovolstvennogo-obespecheniya-v-usloviyah-pandemii (дата обращения: 12.11.2023).
8. *Трысячный В.И.* Устойчивое развитие территориального АПК в контексте обеспечения продовольственной безопасности // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe-razvitie-territorialnogo-apk-v-kontekste-obespecheniya-prodovolstvennoy-bezopasnosti (дата обращения: 12.11.2023).
9. *Прока Н.И.* Роль мотивации труда в решение проблемы продовольственной безопасности // Вестник ОрелГАУ. 2022. № 3 (96). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-motivatsii-truda-v-reshenie-problemy-prodovolstvennoy-bezopasnocti (дата обращения: 12.11.2023).
10. *Трубилин А.И., Мельников А.Б., Михайлушкин П.В.* Концепция продовольственной безопасности России // МСХ. 2019. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-rossii (дата обращения: 12.11.2023).
11. *Мельников А.Б., Питерская Л.Ю., Снимщикова И.В.* Инновационные аспекты обеспечения продовольственной безопасности России в условиях глобализации мировой экономики // Теория и практика общественного развития. 2012. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-aspekty-obespecheniya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-rossii-v-usloviyah-globalizatsii-mirovoy-ekonomiki (дата обращения: 12.11.2023).
12. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации № 20 от 21.01.2020 г. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/ (дата обращения: 12.11.2023).

References:

1. Melnikov A.B., Zelenskaya A.M., Bryk V.Yu. Aktual'nyye aspekty obespecheniya global'noy prodovol'stvennoy bezopasnosti [Current aspects of ensuring global food security]. *Vestnik Akademii znaniy* [Bulletin of the Academy of Knowledge], 2022, no. 1 (48), pp. 181-188. (In Russian).
2. Muratov N.V. *Obespecheniye prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii v usloviyakh negativnogo vneshneekonomicheskogo vozdeystviya. Diss. kand. ekon. nauk* [Ensuring food security in Russia in the context of negative foreign economic influence. Cand. econ. sci. diss.] Moscow, 2016, 178 p. (In Russian).
3. Rossinskaya G.M., Ibragimova Z.F., Ishmukhametov N.S. Prodovol'stvennaya bezopasnost': formirovaniye i proyavleniye na raznykh urovnyakh ekonomicheskoy sistemy [Food security: formation and manifestation at different levels of the economic system]. *Ekonomika i upravleniye: nauchno-prakticheskiy zhurnal* [Economics and Management: Scientific and

Practical Journal], 2022, no. 3 (165), pp. 11-17. (In Russian).
4. Oznobikhina L.A. Faktory, prepyatstvuyushchiye razvitiyu prodovol'stvennoy bezopasnosti dlya sovremennogo rossiyskogo obshchestva [Factors hindering the development of food security for modern Russian society]. *Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal* [Moscow Economic Journal], 2022, no. 1, pp. 608-618. (In Russian).
5. Reshetnikova N.V. Osobennosti gosudarstvennogo regulirovaniya malykh form khozyaystvovaniya agroprodovol'stvennogo kompleksa v usloviyakh global'nykh vyzovov i ugroz [Features of state regulation of small forms of management of the agri-food complex in the context of global challenges and threats]. *International agricultural journal* [International Agricultural Journal], 2022, no. 2, pp. 811-826. (In Russian).
6. Mel'nikov A.B., Snimshchikova I.V., Trysyachnyy V.I. et al. *Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii v usloviyakh realizatsii politiki importozameshcheniya* [Food security of Russia in the context of the implementation of the import substitution policy]. Krasnodar, KubGAU Publ., 2017, 214 p. (In Russian).
7. Paptsov A.G. Tendentsii global'nogo prodovol'stvennogo obespecheniya v usloviyakh pandemii [Trends in global food supply in a pandemic]. *Nauchnyye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific Works of the Free Economic Society of Russia], 2021, no. 4. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-globalnogo-prodovolstvennogo-obespecheniya-v-usloviyah-pandemii (accessed 12.11.2023).
8. Trysyachnyy V.I. Ustoychivoye razvitiye territorial'nogo APK v kontekste obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti [Sustainable development of the territorial agro-industrial complex in the context of ensuring food security]. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economics and Business: Theory and Practice], 2022, no. 2. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe-razvitie-territorialnogo-apk-v-kontekste-obespecheniya-prodovolstvennoy-bezopasnosti (accessed 12.11.2023).
9. Proka N.I. Rol' motivatsii truda v resheniye problemy prodovol'stvennoy bezopasnocti [The role of labor motivation in solving the problem of food security]. *Vestnik OrelGAU* [Bulletin of OrelGAU], 2022, no. 3(96). (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-motivatsii-truda-v-reshenie-problemy-prodovolstvennoy-bezopasnocti (accessed 12.11.2023).
10. Trubilin A.I., Mel'nikov A.B., Mikhaylushkin P.V. Kontseptsiya prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii [Concept of food security in Russia]. *MSKH* [Ministry of Agriculture], 2019, no. 3. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-rossii (accessed 12.11.2023).
11. Mel'nikov A.B., Piterskaya L.YU., Snimshchikova I.V. Innovatsionnyye aspekty obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii v usloviyakh globalizatsii mirovoy ekonomiki [Innovative aspects of ensuring food security in Russia in the context of globalization of the world economy]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and Practice of Social Development], 2012, no. 3. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-aspekty-obespecheniya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-rossii-v-usloviyah-globalizatsii-mirovoy-ekonomiki (accessed 12.11.2023).
12. Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation № 20 of January 21, 2020, *b utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii»* [On approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation]. (In Russian). Available at: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/ (accessed 12.11.2023).

Сведение об авторах / Information about authors

Котенев Александр Дмитриевич

д-р экон. наук, доцент, начальник кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин
Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД России
355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 43

	kot_sasha81@mail.ru
Kotenev Aleksandr Dmitrievich	Dr. Sci. (Econ.), Associate professor, Chief of the Department of socio-economic and humanitarian disciplines Stavropol Branch of the Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of Russia 355000, Stavropol, Kulakov ave., 43 kot_sasha81@mail.ru
Будагов **Никита Ваанович**	аспирант Северо-Кавказский социальный институт 355012, г. Ставрополь, ул. Голенева, 59А kot_sasha81@mail.ru
Budagov Nikita Vaanovich	Postgraduate student North Caucasus Social Institute 355012, Stavropol, Goleneva str., 59A kot_sasha81@mail.ru

УДК 657.42 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.025**

Макарова О.В., Марчук Д.Г.

ПРИЗНАНИЕ И ОТРАЖЕНИЕ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ ОБЕСЦЕНЕНИЯ ВНЕОБОРОТНЫХ АКТИВОВ

Аннотация. Данная статья освещает ключевые аспекты процедуры признания и отражения в учете обесценения основных средств и нематериальных активов в соответствии с требованиями действующей нормативно-правовой базы в сфере бухгалтерского учета: МСФО 36 «Обесценение активов» [1], ФСБУ 6/2020 «Основные средства» [2], ФСБУ 26/2020 «Капитальные вложения» [2], ФСБУ 14/2022 «Нематериальные активы» ФСБУ 14/2022 «Нематериальные активы» [3]. В статье проанализированы ключевые понятия, такие как справедливая стоимость, ценность использования и затраты на выбытие. Разработан авторский алгоритм тестирования активов на обесценение, включая определение наименьшей группы активов, генерирующей денежные потоки, и распределение убытков. Кроме того, рассмотрены методы оценки справедливой стоимости в условиях отсутствия активного рынка на анализируемые активы.
Ключевые слова: обесценение активов, справедливая стоимость, ценность использования актива, нематериальные активы, основные средства.

Makarova O.V., Marchuk D.G.

RECOGNITION AND ACCOUNTING OF IMPAIRMENT OF NON-CURRENT ASSETS

Abstract. This article highlights the key aspects of the procedure for recognizing and accounting for impairment of fixed assets and intangible assets in accordance with the requirements of the current regulatory framework in the field of accounting: IFRS 36 "Impairment of Assets" [1], FSB 6/2020 "Fixed Assets" [2], FSB 26/2020 "Capital Investments" [2], FSB 14/2022 "Intangible Assets" [3]. The article analyzes the key concepts: fair value, value in use and cost of disposal. An author's algorithm has been developed for testing assets for impairment, including determining the smallest group of assets generating cash flows and distributing losses. In addition, the methods of assessing fair value in the absence of an active market for the analyzed assets are considered.
Keywords: impairment of assets, fair value, value in use of an asset, intangible assets, fixed assets.

Введение. На современном этапе развития экономики финансовое управление играет ключевую роль в успешном функционировании любой организаций. Одним из важных аспектов бухгалтерской отчетности является достоверное представление информации об активах компании. Важную роль при этом играет проверка основных средств и нематериальных активов. Процесс признания обесценения имеет критическое значение для обеспечения точности и прозрачности финансовой информации компании, а также для принятия правильных и эффективных управленческих решений.

Обесценение активов – это процесс уменьшения стоимости активов компании в результате изменений в их рыночной стоимости, физическом состоянии или других важных факторах. Этот процесс не только влияет на бухгалтерскую отчетность, но и может оказать значительное воздействие на финансовое положение и репутацию компании. Понимание сути и методов признания обесценения играет важную роль в обеспечении финансовой устойчивости и экономической эффективности организации.

Актуальность исследования обусловлена тем, что:

- в бухгалтерском учете существует множество нюансов и сложных правил признания обесценения основных средств и нематериальных активов. Процедуры и требования к учету постоянно меняются, что делает эту тему актуальной для бухгалтеров и финансовых специалистов;

- организации обязаны придерживаться требований МСФО, знание которых является необходимым условием для бухгалтеров и финансовых аналитиков во всем мире;

- грамотный учет обесценения активов способствует увеличению финансовой прозрачности организации, что является весьма важным фактором для инвесторов, кредиторов и управленческого персонала. Некорректное признание обесценения может вести к искажению финансовых показателей и негативному воздействию на решения и репутацию компании;

- в условиях экономической неопределенности, особенно в периоды кризисов и напряженной экономической ситуации, оценка и учет обесценения активов становятся более актуальными, так как компании могут столкнуться с необходимостью переоценки своих активов и учета потерь;

- многим бухгалтерам необходимы детальные методические рекомендации по проведению оценки обесценения на конкретных примерах, для дальнейшего использования методики в практике бухгалтерского учета.

Цель исследования – разработка алгоритма тестирования активов на обесценение, включая определение наименьшей группы активов, генерирующей денежные потоки, и распределение убытков.

Материалы и методы исследования. Вопросы обесценения активов рассматривались в работах таких авторов как Власова И. Е. [4], Гедгафова И.Ю. [5], Глаум М. [6], Зайнуллина Э. Р. [7], Ивановская А. В. [7], Милош Д.В. [8], Мощенко О. В. [9], Попова Л. Б. [4], Сижажева С.С. [5], Сушко Н. А. [10], Усанов А. Ю. [9], Хамидуллина Р. Д. [7], Эфендиева Г.А. [5] и др. Однако методика определения обесценения по-прежнему требует доработки.

Результаты исследования и их обсуждение. Согласно норм МСФО (IAS) 36 «Обесценение активов» [1] проверке на обесценение подвергаются следующие активы: основные средства, за исключением инвестиционной недвижимости; капитальные вложения; права пользования активами; нематериальные активы; материальные и нематериальные поисковые активы; гудвил.

Среди признаков, указывающих на возможное обесценение, выделяют:

1. Снижение справедливой стоимости проверяемого на обесценение актива за отчетный период, превышающее нормированное колебание;

2. Появление или прогнозируемое ожидание значительных неблагоприятных изменений в технических, рыночных, экономических или правовых условиях, в которых организация осуществляет свою деятельность, или на рынке, для которого предназначен актив.

3. Увеличение рыночных процентных ставок, которое вызывает повышение ставки дисконтирования и, как следствие, значительное уменьшение возмещаемой суммы.

4. Ситуация, при которой стоимость чистых активов организации превышает ее рыночную капитализацию.

5. Выявление признаков морального или физического износа анализируемого актива.

6. Изменения способа или цели использования актива, например, выбытие актива до окончания срока его полезного использования или предполагаемый длительный простой актива.

7. Значительное превышение затрат на приобретение, использование и обслуживание актива над изначально запланированными согласно бюджету капитальных вложений.

8. Если фактические чистые денежные потоки или прибыль, полученная от использования актива, значительно ниже запланированных показателей.

Помимо вышеперечисленных признаков, организация может выявить дополнительные признаки обесценения активов, которые необходимо внимательно мониторить.

Согласно общим правилам, нематериальные активы с неопределенным сроком полезного использования должны проходить ежегодную процедуру проверки на обесценение с определением возмещаемой суммы в один и тот же период года. Существует также

исключение, предусмотренное в соответствии с п.15 и п.24 МСФО (IAS) 36 [1], для активов, по которым ранее уже проводились расчеты возмещаемой суммы.

В случае выявления хотя бы одного признака обесценения, следует определить сумму, подлежащую возмещению в отношении данного актива.

Рекомендуется проводить более детальную проверку на обесценение в рамках ежегодной инвентаризации, предпринимаемой в целях подготовки, усиления достоверности годовой отчетности.

Если организация составляет промежуточную отчетность (месячную или квартальную), то согласно общей практике, специальную процедуру проверки на наличие признаков обесценения на даты промежуточной отчетности, можно не проводить.

Для проведения операции обесценения актива, необходимо понимание понятия «наименьшая группа активов, генерирующая поток денежных средств» или как ее часто называют, «ЕГДС». Это понятие является ключевым элементом при проведении проверки на обесценение активов и его понимание даст возможность провести правильную оценку стоимости активов компании.

Для лучшего понимания этого концепта, необходимо освежить основные аспекты проверки на обесценение. В рамках данной процедуры необходимо произвести сопоставление балансовой стоимости актива и его справедливой стоимости. Если балансовая стоимость превышает справедливую, это указывает на наличие обесценения. Таким образом, основной запрос при проведении проверки на обесценение состоит в проблеме определения справедливой стоимости.

Возмещаемая сумма определяется на основе справедливой стоимости актива или генерирующей единицы (ЕГДС) за вычетом соответствующих затрат на выбытие или ценности использования, в зависимости от того, какая из этих сумм больше.

Для расчета большей из двух этих величин, требуется рассчитать стоимость использования, которая представляет собой дисконтированные денежные потоки, генерируемые данным активом.

Часто бывает так, что для отдельных активов невозможно оценить ценность использования надежным способом, но это никак не означает то, что ценность их использования равна нулю. Все дело в том, что оценка ценности использования для конкретного актива оказывается порой трудной задачей. В таких случаях невозможно определить возмещаемую стоимость актива, что препятствует проведению проверки на его обесценение. Это представляет собой негативное обстоятельство в контексте финансового мониторинга и, следовательно, может стать фактором, способствующим принятию неэффективных управленческих решений.

В этой ситуации МСФО 36 [1] предлагает воспользоваться понятием ЕГДС - наименьшей группой активов, для которой возможно определить ценность использования. Это необходимо для того, чтобы все же провести проверку на обесценение.

Для примера, даже если производственное здание не генерирует денежные потоки напрямую, можно рассмотреть данный объект как совокупность здания, оборудования, и других активов, которые вместе производят промежуточную или конечную продукцию и генерируют денежные потоки. В данном случае, проверка на обесценение может быть проведена не на уровне отдельного здания, а на уровне группы активов, которая включает в себя производственное здание и способна независимо от других активов компании генерировать денежные потоки.

ЕГДС может включать в себя, в теории, одну производственную линию, производственный цех, сегмент бизнеса или даже всю компанию в целом. Главное требование заключается в том, чтобы эта группа активов содержала в себе минимально необходимое количество активов, для которых можно оценить ценность использования, с целью проведения проверки на обесценение.

Для закрепления данной теории предлагается рассмотреть её практическую реализацию на конкретных примерах.

Пример 1. Предприятие проводит проверку основного средства на обесценение. Данные для оценки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные и результаты проверки на обесценение основного средства, тыс. руб.

Балансовая стоимость	Справедливая стоимость	Затраты на выбытие	Справедливая стоимость основного средства, за вычетом затрат на его выбытие
1 331 130,5	1 825 800	1 120	1 824 702

Следовательно, возмещаемая сумма составляет 1 824 702 тыс. руб., что значительно превышает балансовую стоимость. Необходимости проводить дальнейшие расчеты отсутствует, так как актив не обесценен.

Пример 2. Предприятие проводит проверку основного средства на обесценение. Данные для оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные и результаты проверки на обесценение основного средства, тыс. руб.

Балансовая стоимость	Справедливая стоимость	Затраты на выбытие	Ценность использования
159200	89881,67	1200	124000

Возмещаемая сумма актива в этом случае составит 124000 тыс. руб. (124000 > (89881,67 – 1200)). Таким образом, можно сделать вывод, что компании выгоднее не продавать объект основных средств, а продолжать его использовать.

При этом, убыток от обесценения составить 35200 тыс. руб. (159 200 тыс. руб. – 124 000 тыс. руб.). Данная сумма единовременно увеличит расходы предприятия и снизит налогооблагаемую базу, на основании пп. 20 п.1 ст. 265 НК РФ (при том, что она все равно подверглась бы амортизации, и на протяжении функционирования объекта основных средств, равномерно распределилась бы на расходы предприятия, сформировав стоимость товаров/услуг).

Балансовая стоимость актива после признания отрицательного финансового результата от обесценения составит 124000 тыс. руб.

Важно также учитывать следующий аспект: состояние убытка от обесценения подвергается периодической проверке в каждом отчетном периоде. В случае, если данный убыток уменьшился или больше не существует, то, согласно МСФО (IAS) 36 [1], ранее признанный убыток восстанавливается.

Критерии для установления уменьшения убытка соответствуют критериям для определения обесценения. Если хоть один из таких критериев обнаружен, необходимо произвести оценку возмещаемой суммы основных средств (ОС) и восстановить убыток от обесценения.

Пример 3. Исходные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные

Показатель	Сумма, тыс. руб.
Первоначальная (переоцененная) стоимость	475800
Накопленное обесценение	500
Накопленная амортизация	260032,55
Возмещаемая сумма основного средства	350000
Текущая балансовая стоимость (475800 – 260032,55– 500)	215267,45

Балансовая стоимость, если бы не было обесценения, составит 215767,45 тыс. руб. (475800 – 260032,55).

Получили ситуацию, когда возмещаемая сумма основного средства (350 000 тыс. руб.) больше его балансовой стоимости, не учитывающей обесценение (215 767,45 тыс. руб.). Для расчета восстанавливаемого убытка, необходимо из «не обесцененной» стоимости вычесть текущую балансовую стоимость: 215 767,45 – 215 267,45 = 500 тыс. руб. Восстановленный убыток от обесценения относится к прочим доходам.

Дооценка должна быть включена в состав добавочного капитала. Увеличение рассчитывается следующим образом:

350 000 – 215 767,45 = 134 232,55 тыс. руб.

При этом сумма восстановленного убытка корректирует накопленную амортизацию на протяжении всего оставшегося строка полезного использования.

В соответствии с пунктом 9 МСФО 13 «справедливая стоимость представляет собой оценку стоимости актива, отражающую цену, которую можно было бы получить при проведении обычной сделки между участниками рынка на дату оценки» [1]. При этом, такая цена может основываться не только на рыночных ценах, а могут быть использованы и иные подходы, такие как доходный или затратный. Кроме того, при расчете справедливой стоимости может быть использован экспертный способ, например путем привлечения независимого оценщика.

Затраты на выбытие представляют собой дополнительные затраты, которые напрямую связаны с процессом выбытия актива или генерирующей единицы без учета финансовых издержек и расхода по налогу на прибыль, согласно п. 6 МСФО 36 [1].

Для расчета возмещаемой суммы актива или ЕГДС следует выяснить сущность понятия «ценность использования». Ценность использования - приведенная стоимость будущих денежных потоков, которые ожидается получить от актива или генерирующей единицы. Обычно ставка дисконтирования рассчитывается исходя из рыночных ставок кредитования на подобные активы или по средней стоимости капитала компании.

Пример 4. Оставшийся срок до окончания срока полезного использования основного средства 17 лет. Ожидаемые поступления от использования основного средства согласно бюджету капитальных вложений представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Денежные потоки за 1-9 год

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сумма, тыс. руб.	450	440	400	410	400	395	370	350	341

Прогнозные денежные потоки, рассчитанные путем экстраполяции бюджетных денежных потоков представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Прогнозные денежные потоки за 10-17 год

Год	10	11	12	13	14	15	16	17
Сумма, тыс. руб.	320	310	305	303	300	285	240	200

Ценность использования, при ставке дисконтирования 15 %, определенная с помощью формулы Exel (ЧПС), составляет 2315,16 тыс. руб.

Если, кроме того, невозможно достоверно установить справедливую стоимость актива за вычетом затрат на выбытие, или если она оценивается ниже балансовой стоимости, и нет убедительных доказательств, что она приблизительно соответствует ценности его использования, то требуется применить альтернативный подход.

При расчете возмещаемой суммы единицы, генерирующей денежные средства (ЕГДС) применяются те же принципы, что и для отдельных активов, входящих в состав ЕГДС (формула 1).

$$СПИ_{ост} = БС_{ЕГДС} : А_{ЕГДС}, \quad (1)$$

где $СПИ_{ост}$ – срок полезного использования оставшийся;

$БС_{ЕГДС}$ – балансовая стоимость ЕГДС на дату расчета;

$А_{ЕГДС}$ – сумма амортизационных отчислений активов, входящих в ЕГДС за год, предшествующий расчетному.

Балансовая стоимость ЕГДС представляет собой сумму балансовых стоимостей всех активов, входящих в ЕГДС. Если при оценке стоимости ЕГДС, выявляется, что возмещаемая сумма превышает балансовую стоимость данной единицы, то отдельные активы, составляющие ЕГДС, не требуют прохождения процедуры обесценения, даже если их справедливая стоимость после вычета расходов на выбытие становится меньше, чем их балансовая стоимость. В случае если остаточная стоимость ЕГДС превышает возмещаемую сумму убыток должен быть распределен между активами, которые входят в состав этой единицы.

Далее необходимо снизить остаточную стоимость активов, по которым справедливая стоимость после вычета затрат на выбытие и/или ценность использования неизвестны, по результатам распределения убытков, но не меньше нуля.

На заключительном этапе следует определить остаток нераспределенного убытка по формуле 2. определяется остаток нераспределённого убытка:

$$ОНУ = У_{ЕГДС} – У_{ОА} \quad (2)$$

где ОНУ – остаток нераспределенного убытка;

$У_{ЕГДС}$ – убыток от обесценения ЕГДС;

$У_{ОА}$ – убыток, отнесенный на отдельные активы.

На следующем этапе выявляются активы, для которых наименьшая возможная оценка (максимум из справедливой стоимости после вычета затрат на выбытие и ценности использования или ноль, если справедливая стоимость после вычета затрат на выбытие и ценность использования неизвестна) еще не достигнута.

На последнем этапе определяется окончательная сумма убытка по каждому активу путем сложения результатов распределения.

Пример 5. Исходные данные представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Сведения об активах, входящих в ЕГДС

Инв. номер	Балансовая стоимость актива, руб.	Справедливая стоимость актива, за вычетом затрат на выбытие, руб.	Ценность использования, руб.
154892560	58 000 000	59 250 000	-
157426843	725 345	650 345	-
158435715	7 952 625	-	
125469872	5 256 250	3 250 650	4 652 235
143000025	3 250 145	-	-

Балансовая стоимость ЕГДС – 75 184,36 тыс. руб.

Возмещаемая сумма ЕГДС – 68 250,36 тыс. руб.

В целях распределения убытка от обесценения произведем следующие действия:

1. Рассчитаем сумму убытка от обесценения ЕГДС – 6 934 тыс. руб. (75 184,36 тыс. руб. - 68 250,36 тыс. руб.)

2. Рассчитаем максимальную сумму уменьшения балансовой стоимости по каждому объекту (таблица 7).

Таблица 7 – Расчет максимальной суммы уменьшения балансовой стоимости

Инв. номер	Нижняя оценочная граница актива, руб.	Максимальная сумма уменьшения БС, руб.
154892560	59 250 000	-
157426843	650 345	75 000 (725 345 – 650 345)
158435715	0	7 952 625
125469872	4 652 235	631 015 (5 256 250 – 4 625 235)
143000025	0	3 250 145

3. Проведем распределение убытка от обесценения ЕГДС в соответствии со стоимостью активов, а затем сравним полученные результат с выявленным выше максимально допустимым снижением балансовой стоимости (таблица 8).

Таблица 8 – Первый этап распределения убытка от обесценения

Инвентарный номер актива	Результат распределения убытка от обесценения ЕГДС, руб.	Максимальное снижение балансовой стоимости актива, руб.	Отнесенный на активы убыток, руб. (наименьшее из гр.2 и гр.3)	Балансовая стоимость активов, минимальная оценка по которым не достигнута, руб.
1	2	3	4	5
154892560	5 349 174,92 (6 394 005/75 184 365*58 000 000)	0	0	
157426843	66 896,17 (6 394 005/75 184 365*725 345)	75 000	66 896,17	
158435715	733 444,27 (6 394 005/75 184 365*7 952 625)	7 952 625	733 444,27	7 952 625
125469872	484 766,53 (6 394 005/75 184 365*5 256 250)	631 015	484 766,53	
143000025	299 750,11 (6 394 005/75 184 365*3 250 145)	3 250 145	299 750,11	3 250 145
Итого	6 934 005	-	1 584 857,08	11 202 770

4. Произведем расчет остатка нераспределенного убытка после I этапа:

6 934 005 – 1 584 857,08 = 5 349 147,92 руб.

5. Осуществляется распределение оставшегося нераспределенного убытка от обесценения ЕГДС оставшегося нераспределенного убытка от обесценения ЕГДС, и его сопоставление с максимально возможным увеличением их балансовой стоимости (таблица 9).

Таблица 9 – Второй этап распределения убытка от обесценения

Инвентарный номер	Результат распределения убытка от обесценения ЕГДС, руб.	Максимальное снижение балансовой стоимости актива, руб.	Отнесенный на активы убыток, руб.	Балансовая стоимость активов, минимальная оценка по которым не достигнута, руб.
1	2	3	4	5
158435715	3 797 254,38 (5 349 147,92/11 202 770*7 952 625)	7 952 625	3 797 254,38	7 952 625
143000025	1 551 893,54 (5 349 147,92/11 202 770*3 250 145)	3 250 145	1 551 893,54	3 250 145
Итого	5 349 147,92	-	5 349 147,92	11 202 770

Если у объекта ОС (НМА) нет накопленной на счете 83 «Добавочный капитал» дооценки, то убыток от обесценения нужно полностью отразить в составе прочих расходов, аналогичную проводку рекомендуется составлять в случае обесценения капитальных вложений (таблица 10).

Таблица 10 – Отражение в учете обесценения основных средств и нематериальных активов

Операция	Проводка	
	ДТ	КТ
Признан убыток от обесценения	91.2	02-обесценение 05-обесценение

Если у объекта основных средств (ОС) или нематериальных активов (НМА) имеется сумма ранее начисленной дооценки, то с кредитом счета 02-обесценение корреспондируют:

1. Сумма накопленной дооценки ОС (НМА), которая учитывается на счете 83, при этом должен соблюдаться предел накопленной дооценки;

2. Сумма, которая превышает величину обесценения объекта над его ранее отраженной на счете 83 дооценкой, учитывается по дебету субсчета 91-2 «Прочие расходы».

После признания убытка от обесценения, важно внести соответствующие коррективы в регулярные начисления амортизации по основным средствам или нематериальным активам таким образом, чтобы равномерно перераспределить новую балансовую стоимость актива.

Выводы. Расчет обесценения активов представляет собой важный этап в учетной практике организации, позволяющий корректно отражать их стоимость и риски достоверного представления информации в финансовой отчетности. Следует подчеркнуть важность регулярного мониторинга состояния активов и возможность восстановления убытков от обесценения, если условия изменятся. Процесс признания обесценения основных средств и НМА требует от бухгалтеров и финансовых специалистов глубокого понимания МСФО 36 «Обесценение активов» [1] и внимательного, сознательного выполнения всех необходимых процедур.

Правильное признание обесценения активов способствует достоверному отражению их стоимости в бухгалтерской отчетности, повышает прозрачность финансовых данных и помогает принимать информированные, а как следствие и эффективные управленческие решения.

Список использованной литературы:

1. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 36 «Обесценение активов» (введен в действие на территории Российской Федерации Приказом Минфина России от 28.12.2015 № 217н) (ред. от 14.12.2020) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193674/ (дата обращения: 01.11.2023).
2. Об утверждении Федеральных стандартов бухгалтерского учета ФСБУ 6/2020 «Основные средства» и ФСБУ 26/2020 «Капитальные вложения»: приказ Минфина России от 17.09.2020 № 204н. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_365338/ (дата обращения: 01.11.2023).
3. Об утверждении Федерального стандарта бухгалтерского учета ФСБУ 14/2022 «Нематериальные активы»: приказ Минфина России от 30.05.2022 URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_420322/ (дата обращения: 01.11.2023).
4. *Власова И.Е., Попова Л.Б.* Обесценение внеоборотных активов – современный инструмент оценки справедливой стоимости // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 47. С. 261-273.
5. *Гедгафова И.Ю., Эфендиева Г.А., Сижажева С.С.* Теоретические аспекты бухгалтерского учета и аудита обесценения капитальных вложений, основных средств и нематериальных активов // Управленческий учет. 2023. № 5. С. 105-114. DOI: 10.25806/uu52023105-114.
6. *Glaum M., Vogel S., Schmidt P., Street D. L.* Compliance with IFRS 3-and IAS 36-required disclosures across 17 European countries: Company-and country-level determinants // Accounting & Business Research. 2013. Vol. 43. № 3. P. 163-204.
7. *Ивановская А.В., Зайнуллина Э.Р., Хамидуллина Р.Д.* Учет и представление в бухгалтерской отчетности убытка от обесценения основных средств и капитальных вложений // Вестник ИПБ (Вестник профессиональных бухгалтеров). 2023. № 1. С. 8-17.
8. *Milosh D.V., Gerasenko V. P* Digital of Financial Assets: Current State and Forecast of Development at the Global Level on the Example of Cryptocurrencies // Corporate Governance and innovative economic development of the North: Bulletin of Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University. 2020. № 4. P. 98-107.
9. *Мощенко О.В., Усанов И.В. и др.* Проблемы формирования справедливой стоимости и обесценения внеоборотных активов в финансовой отчетности организаций // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2023. № 5 (260). С. 46-56.
10. *Сушко Н.А., Кулигина М.К.* Формирование механизма воспроизводства основных средств // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2020. № 3. С. 120-131.

References:

1. Russian Federation. Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation № 217n of Desember 28, 2015, *Mezhdunarodny`j standart finansovoj otchetnosti (IAS) 36 «Obescenenie aktivov»* [International Financial Reporting Standard (IAS) 36 “Impairment of Assets”] (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193674/ (accessed 01.11.2023).
2. Russian Federation. Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation № 204n of Sepember 17, 2020, *Ob utverzhdenii Federal`ny`x standartov buxgalterskogo ucheta FSBU 6/2020 «Osnovny`e sredstva» i FSBU 26/2020 «Kapital`ny`e vlozheniya»* [On the approval of Federal Accounting Standards FAS 6/2020 “Fixed Assets” and FAS 26/2020 “Capital Investments”] (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_365338/ (accessed 01.11.2023).
3. Russian Federation. Order of the Ministry of Finance of the Russian Federation № 86n of May 30, 2022, *Ob utverzhdenii Federal`nogo standarta buxgalterskogo ucheta FSBU 14/2022 «Nematerial`ny`e aktivy»* [On the approval of the Federal Accounting Standard FAS 14/2022 "Intangible Assets"] (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_

doc_LAW_420322/ (accessed 01.11.2023).
4. Vlasova I.E., Popova L.B. Obescenenie vneoborotny`x aktivov – sovremenny`j instrument ocenki spravedlivoj stoimosti [Impairment of non-current assets is a modern fair value assessment tool]. *Innovacii. Nauka. Obrazovanie* [Innovation. Science. Education], 2021, no. 47, pp. 261-273. (In Russian).
5. Gedgafova I.Yu., Efendieva G.A., Sizhazheva S.S. Teoreticheskie aspekty buxgalterskogo ucheta i audita obesceneniya kapital`ny`x vlozhenij, osnovny`x sredstv i nematerial`ny`x aktivov [Theoretical aspects of accounting and auditing of impairment of capital investments, fixed assets and intangible assets]. *Upravlencheskij uchet* [Management accounting], 2023, no. 5, pp. 105-114. (In Russian). DOI: 10.25806/uu52023105-114.
6. Glaum M., Vogel S., Schmidt P., Street D. L. Compliance with IFRS 3-and IAS 36-required disclosures across 17 European countries: Company-and country-level determinants. *Accounting & Business Research*, 2013, vol. 43, no. 3, pp. 163-204. (In English).
7. Ivanovskaya A.V., Zajnullina E.R., Khamidullina R.D. Uchet i predstavlenie v buxgalterskoj otchetnosti uby`tka ot obesceneniya osnovny`x sredstv i kapital`ny`x vlozhenij [Accounting and presentation of impairment losses on fixed assets and capital investments in the financial statements]. *Vestnik IPB (Vestnik professional`ny`x buxgalterov*) [Bulletin of the IPA (Bulletin of Professional Accountants)], 2023, no. 1, pp. 8-17. (In Russian).
8. Milosh D.V., Gerasenko V. P Digital of Financial Assets: Current State and Forecast of Development at the Global Level on the Example of Cryptocurrencies. Corporate Governance and innovative economic development of the North: Bulletin of Research Center of Corporate Law, *Management and Venture Investment of Syktyvkar State University*, 2020, no. 4, pp. 98-107. (In English).
9. Moshhenko O.V., Usanov I.V. et al. Problemy` formirovaniya spravedlivoj stoimosti i obesceneniya vneoborotny`x aktivov v finansovoj otchetnosti organizacij [Problems of formation of fair value and impairment of non-current assets in the financial statements of organizations]. *Imushhestvenny`e otnosheniya v Rossijskoj Federacii* [Property relations in the Russian Federation], 2023, no. 5 (260), pp. 46-56. (In Russian).
10. Sushko N.A., Kuligina M.K. Formirovanie mexanizma vosproizvodstva osnovny`x sredstv [Formation of the mechanism of reproduction of fixed assets]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo texnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2020, no. 3, pp. 120-131. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Макарова Оксана Владимировна	канд. экон. наук, доцент кафедры экономики Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 ksusha_kerch@inbox.ru
Makarova Oksana Vladimirovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Department of economics Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 ksusha_kerch@inbox.ru
Марчук Даниил Геннадьевич	студент 2-го курса направления подготовки «Экономика» профиль «Учет, анализ и аудит» Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
Marchuk Daniil Gennadievich	student of 2nd year of the training direction “Economics” profile “Accounting, analysis and Audit” Kerch State Marine Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

УДК 338.4 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.026**

Меркушева М.В.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕПОЧЕК СОЗДАНИЯ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Аннотация. В статье рассматриваются особенности формирования цепочек создания стоимости в аквакультуре как одном из секторов, функционирование которого решает задачи обеспечения продовольственной безопасности и демонстрирует наиболее высокие и устойчивые показатели динамики развития в течение последних десятилетий. В статье дана характеристика основных тенденций развития аквакультуры, представлены основные факторы, влияющие на процесс формирования цепочек создания стоимости, как с точки зрения организационного подхода, так и с точки зрения характера воздействия на сами цепочки, охарактеризованы основные структурные элементы цепочки создания стоимости продукции аквакультуры, представлены типы основных изменений, которые происходят при выстраивании цепочек создания стоимости в аквакультуре. Показано различие в понимании сущности процессов «цепочки поставок», «добавленной стоимости» и «создание стоимости».
Ключевые слова: цепочки создания стоимости, ценность, добавленная стоимость, аквакультура.

Merkusheva M.V.

FEATURES OF THE FORMATION OF VALUE CHAINS IN AQUACULTURE

Abstract. The article examines the features of the formation of value chains in aquaculture as one of the sectors whose functioning solves the tasks of ensuring food security and demonstrates the highest and most stable indicators of development dynamics over the past decades. The article describes the main trends in the development of aquaculture, presents the main factors influencing the formation of value chains, both from the point of view of the organizational approach and from the point of view of the nature of the impact on the chains themselves, describes the main structural elements of the value chain of aquaculture products, presents the types of major changes that occur when building value chains costs in aquaculture. The difference in understanding the essence of the processes of “supply chain”, “value added” and “value creation” is shown.
Keywords: value chains, value, value added, aquaculture.

Введение. В настоящее время аквакультура как сегмент мирового продовольственного рынка демонстрирует наиболее стабильные показатели роста объема производимой продукции, внося тем самым значимый вклад в решение вопросов обеспечения продовольственной безопасности, борьбы с голодом и бедностью, сохранения биоразнообразия и способствуя в полной мере достижению Целей Устойчивого Развития, задекларированных ООН [1].

Согласно регулярным статистическим обзорам Международной продовольственной организации среднегодовые темпы роста в сегменте составляют более 6 %, что за счет внедрения высокоэффективных технологий искусственного воспроизводства и расширения видового состава объектов аквакультуры позволило снизить уровень промышленной нагрузки на объекты морского и океанического промысла с 90 % в середине 1970-х годов до 65-70% к 2015 году, обеспечивая тем самым решение задач сохранения биоразнообразия.

За более чем пятидесятилетний период, начиная с1970-х годов до настоящего времени объем производства в натуральном выражении увеличился в 33 раза (с 2,6 млн тонн до 85,4 млн тонн в 2019 г.) при практически десятикратном увеличении стоимости производимой продукции, которая в 2019 г. оценивалась на уровне 259,8 млрд долларов США. Это свидетельствует о наличии позитивных экономических процессов, позволяющих утверждать

о повышении доступности рыбы и продукции ее переработки все большему кругу потребителей, способствуя тем самым решению задач обеспечения продовольственной безопасности и борьбы с голодом. В настоящее время продукция аквакультуры по оценкам ФАО обеспечивает порядка 55% общего объема потребления рыбы, что способствует достижению целей развития в части повышения качества питания.

С социально-экономической точки зрения развитие аквакультуры способствовало созданию и увеличению числа рабочих мест с 12,6 миллионов в 2000г. до 56,7 миллионов рабочих мест с полной или частичной занятостью в 2020г., обеспечивая тем самым разрешение задач борьбы с безработицей и бедностью, особенно в отношении женщин и не квалифицированных работников особенно в странах Азии и Африки с низким уровнем экономического развития.

Столь высокие темпы развития не были бы достигнуты без эффективного использования накопленного в сфере сельскохозяйственного производства, в частности в птицеводстве и животноводстве, опыта по интенсификации производственных процессов и формированию производственно-сбытовых цепочек, позволяющих максимизировать экономическую и социальную результативность функционирования.

Обзор литературных источников по вопросам развития товарной аквакультуры в контексте биологических, организационно-экономических, регулятивно-правовых аспектов свидетельствует о том, что значительное внимание проблемам развития сектора стало уделяться начиная с середины 1980-х годов, когда вполне реально обозначились угрозы исчерпания естественных запасов отдельных видов рыб и гидробионтов в их естественной среде на фоне интенсификации промыслового рыболовства и возрастающей численности населения в мире, а крупномасштабного воздействия на рынок не наблюдалось до 1990-х годов.

Столь динамичное и эффективное развитие аквакультуры в значительной степени объясняется увеличением и интенсификацией интеграционных процессов, основанных на инновациях в технико-технологической и биологической сферах, глобализацией экономических процессов производственного сотрудничества и взаимодействия, что позволило оптимизировать процессы, повысить производительность труда, снизить уровень издержек и обеспечило рост экономической эффективности от стадии производства до расширения рыночных границ.

Проведенные научные исследования подтверждают, что формирование эффективных цепочек создания стоимости в животноводстве может содержать ряд полезных сведений, эффективных подходов к организации деятельности и направлений совершенствования относительно будущего развития и внедрения их в аквакультуре. В этой связи усиление взаимодействия в производственно-технологической сфере между предприятиями сельского хозяйства и аквакультуры в полной мере будет способствовать формирования синергетических эффектов в обоих направлениях.

Развитие аквакультуры как одного из секторов обеспечения продовольственной безопасности и наиболее динамично развивающегося на протяжении последних двух десятилетий, а также устойчиво увеличивающего свой вклад в формирование показателей стоимости пищевой, кормовой и технической продукции как в глобальном аспекте, так и на уровне отдельных экономических систем предопределяет необходимость пристального внимания к вопросам создания стоимости.

Цель исследования состоит в изучении особенностей формирования цепочек создания стоимости в секторе аквакультуры, поскольку именно они обеспечивают эффективное решение задач, связанных с дальнейшим обеспечением динамичности развития на основе усиления интеграционного взаимодействия между всеми участниками процесса и повышением эффективности функционирования.

Материалы и методы исследования. Проведенный обзор литературных источников по изучению проблем формирования цепочек добавленной стоимости в аквакультуре свидетельствует о том, что данное направление в настоящее время находится в состоянии

развития. В отечественной научной среде данное направление еще не получило должного развития в связи с достаточно узкой специализацией, в то время как на международном уровне эти проблемы приобрели особую актуальность в последние годы, что подтверждается объемом проводимых исследований под эгидой ФАО и ООН, которые носят пока еще локальный характер на примере развития сектора аквакультуры в странах Азии и Африки [2-5]. Существующие результаты исследований, проведенных в период 2000-2015 гг., содержат отражения уже сформировавшихся процессов создания стоимости в аквакультуре, но не позволяют судить о современных тенденциях, основанных на усилении информационных, интеграционных, инновационных и глобализационных процессов.

Основными методами проводимого исследования являются диалектический, логический и системный подходы, дедукция, индукция, критический анализ, сопоставление и синтез для обоснования ключевых аспектов рассматриваемой проблемы.

Результаты исследования и их обсуждение. Формирование цепочек создания стоимости в аквакультуре в значительной степени определяется тем, какой вклад вносит данный сектор в показатели функционирования национальной экономики в целом, или отдельного региона в частности, в решение задач обеспечения продовольственной безопасности, достижение целей экономического и социального развития, экологического благополучия.

«Анализ цепочки создания стоимости и управление ею появились за последние двадцать лет как ценные инструменты для анализа и понимания динамики ключевых участников, экономики затрат и выгод, величины добавленной стоимости и процесса её создания» [3], а также для разработки вариантов политики и подходящих рыночных инструментов для обеспечения устойчивости динамических процессов продвижения продукции аквакультуры как в первую очередь на продовольственном рынке, так и на медицинском, косметологическом, биоэнергетическом и иных рынках.

Продвижение процессов формирования, постоянного мониторинга и анализа цепочки создания стоимости в качестве инструментов управления эффективностью функционирования сектора способствует одновременному достижению:

- социальных целей, таких как экономический рост, повышение занятости, борьба с бедностью, обеспечение продовольственной безопасности, повышение качества потребления и качества жизни;
- экологических целей, такие как защита и восстановление окружающей среды, снижение углеродного следа, а также предотвращение болезней, загрязнения и развития устойчивости к противомикробным препаратам.

Цепочки создания стоимости продукции в аквакультуре в отличие от взаимосвязанных процессов создания стоимости других продовольственных товаров, меньше подвержены влиянию тарифных мер регулирования на государственном уровне, при этом в большей степени подвержены давлению основных требований, позволяющих выйти на определенный сегмент рынка: как правило это не тарифные барьеры выхода на рынок, в частности, налагаемые на производителей, переработчиков и экспортеров в виде технических, фитосанитарных и иных регламентов и стандартов. Данное обстоятельство формирует определенные угрозы в первую очередь для мелких и средних предпринимательских структур, поскольку приводит к организационным трудностям, бюрократии, росту дополнительных затрат для прохождения процедур соответствия и сертификации, что делает их продукцию менее конкурентоспособной по отношению к более крупным игрокам рынка, создавая не цепочку потребительской ценности, а механизм наращивания затрат.

Анализ цепочки создания стоимости позволяет оценить взаимодействие и синергию между участниками, распределение затрат и факторов риска, влияние входных барьеров на формирование бизнес среды. Мониторинг цепочки создания стоимости в аквакультуре может помочь органам государственного регулирования и управления совместно с субъектами хозяйствования разработать общее видение относительно использования мер, рычагов и инструментов воздействия по отношению к конкретным элементам создания

стоимости в аквакультуре с целью повышения эффективности в экономическом, социальном или экологическом плане на протяжении всей цепочки.

Цепочка создания стоимости описывает диапазон действий, участников и услуг, необходимых для того, чтобы довести продукт от начальной стадии, через различные этапы производства и переработки, до конечного потребителя [6].

Формирование цепочек создания стоимости в рыбном хозяйстве в целом, и рыбоводстве и аквакультуре в частности, с позиции организационного механизма в значительной степени определяется следующими факторами:

- видом деятельности. Цепочки создания стоимости в сфере морского и океанического рыболовства коренным образом отличаются от того, как эта деятельность будет организована на предприятиях аквакультуры.

- видом используемого рыбного сырья. Различия в биологических характеристиках, показателях пищевой ценности, экономической целесообразности использования морской и пресноводной рыбы, моллюсков, водорослей и иных видов гидробионтов предопределяют структурный аспект формируемых цепочек создания стоимости.

- видом рынка, для которого разрабатывается цепочка создания стоимости. Внешние рынки предусматривают учет более широкого круга и более сложного с позиции взаимного влияния факторов, чем внутренние рынки. Деятельность компаний, работающих исключительно на внутреннем и региональных рынках, не так сильно подвержена факторам внешнего, глобального и макроэкономического характера. Как правило, «международные цепочки создания стоимости экономически важных для торговли высоко востребованными на мировом рынке видами и состоят из нескольких узлов, при этом продукция проходит через более длинные цепочки, чтобы добраться до потребителя. В тоже время, некоторые виды, которые не являются экономически важными, но значимы для местной продовольственной безопасности, являются частью более короткой цепочки создания стоимости» [5].

Организационно-управленческий механизм формирования цепочек создания добавленной стоимости предопределяет количество структурных звеньев и степень интеграции всех участников. Оценка управления цепочкой создания стоимости позволяет выявить различные уровни координации между различными участниками конкретной цепочки. Она показывает, кто обладает большей властью и влиянием, активно формируя распределение вознаграждений и рисков, связанных с участием в цепочке создания стоимости. Отношения могут быть «горизонтальными», между субъектами внутри одного элемента цепочки (например, отношения и договоренности между отдельными предпринимателями в кооперативе) или «вертикальными», между элементами и сегментами цепочки создания стоимости (например, контрактное взаимодействие между индивидуальными предпринимателями или набольшими предприятиями аквакультуры и оптовиками). Степень участия различных субъектов в цепочке создания стоимости и их влияния на нее будет зависеть от прочности их отношений внутри сегментов и между ними.

Отношения между различными участниками производственно-сбытовых цепочек, и особенно между покупателями и продавцами, имеют первостепенное значение для оценки того, действительно ли сформированный организационно-управленческий механизм является эффективным применительно к конкретной цепочки создания стоимости, учитывающей факторы отраслевого и межотраслевого взаимодействия, рыночной конъюнктуры, макро- и микроокружения. Паритетность этих отношений имеет решающее значение, поскольку они выходят за рамки простого формирования отношений сотрудничества, наглядно демонстрируя, кто обладает властью и возможностью влиять на решения и результаты и насколько справедливыми на самом деле являются заключенные межзвеньевые соглашения и реализуемые процессы. Это в значительной степени будет определять, как более слабые участники цепочки создания стоимости и ведущие фирмы могут улучшить свое конкретное положение и в целом показатели в цепочке создания стоимости, обеспечивая максимизацию коммулятивного экономического, социального и

экологического эффектов.

Доступность информационной, консультационной и коммуникационной составляющих выступают необходимыми условиями для обеспечения эффективности на всех этапах создания стоимости.

Стадии производства и переработки включают в себя сочетание физических преобразований и участие различных субъектов и служб.

Дополнительная стоимость формируется в последовательных элементах цепочки создания стоимости либо путем добавления стоимости (например, транспортировка, хранение, обязательность сертификации продукции), либо путем её создания (различные технологические процессы переработки, упаковки) [7]. Так, создание добавленной стоимости может происходить в результате переработки сырой рыбы в полуфабрикат или обработанный продукт, который имеет более высокую удельную стоимость или более длительный срок хранения на рынке. Создание стоимости происходит за счет дифференциации атрибутов продукта, таких как географическое положение, брендинг или сертификация определенной этикетки.

Добавление или создание стоимости может включать в себя экономические выгоды (например, более высокую цену, большую конкурентоспособность, более длительный срок хранения, расширение сферы применения и доли рынка), а также социальные выгоды (например, увеличение занятости, гарантированные права доступа к природным ресурсам, повышение качества питания и жизни), или экологические выгоды (например, формирование экологически продвинутых систем производства замкнутого цикла, минимизирующих уровень загрязнения, вредного воздействия и углеродного следа), которые оказывают и экономический эффект от снижения платежей за загрязнение и выбросы.

Изменения, происходящие при формировании цепочек создания стоимости, и их дальнейшая трансформация и адаптация к реальным условиям хозяйствования, как правило предполагают:

- экономическую модернизацию, которая напрямую связана с повышением конкурентоспособности в процессах создания добавленной стоимости, позволяя экономическим субъектам улучшать свои показатели и функции. Это связано с внедрением более эффективных производственных процессов (модернизация процесса – изменение типа водоема, используемого для выращивания объектов аквакультуры); изменением типа продукта (модернизация продукта – переход от одних видов аквакультуры к другим); изменением набора видов деятельности, выполняемых фирмой (функциональная модернизация – выпуск не только пищевой аквакультуры, но и технической, медицинской и т. п.); или переходом к более технологически продвинутой цепочке (модернизация цепочки – системы замкнутого биологического цикла, снижающие экологическое давление);

- социальную модернизацию, состоящую в улучшении условий труда и жизни, общего социального благополучия работников и субъектов, прямо или косвенно вовлеченных в производственно-сбытовую цепочку;

- экологическую модернизацию, фокусирующуюся на повышении эффективности за счет соблюдения экологических стандартов и совершенствования применяющихся технологий и процессов.

Создание и развитие эффективных цепочек «добавленной стоимости» абсолютно невозможно без сбалансированной по показателям потоков между всеми звеньями цепочки создания стоимости системы поставок и логистики (ресурсной, финансовой, транспортной).

Цепочка поставок представляет собой совокупность элементов, обеспечивающих продвижение продукции от точки формирования запасов сырьевых ресурсов (как например порты выгрузки при рыболовстве, или рыбопитомники для аквакультуры), к производству (товарному выращиванию) или промышленной переработке и далее к потреблению, включая предпроизводственную и постпотребительскую деятельность. «В цепочках поставок производство сосредоточено на эффективной логистике с использованием

предприятий верхнего и нижнего звена, нацеленных главным образом на продвижение продукции на рынок. Цепочки поставок в основном связаны с затратами и тем, сколько времени требуется, чтобы выставить продукт на продажу. Основной целью управления цепочкой поставок является максимизация прибыли за счет сокращения количества звеньев в цепочке и сведения к минимуму таких проблем, как узкие места в поставках, понесенные затраты и время выхода на рынок. Как правило, цепочки поставок состоят из нескольких компаний, которые координируют свою деятельность, чтобы выделиться на фоне конкурентов. Цепочка поставок состоит из трех ключевых частей: поставка сырья производственным подразделениям; производство из сырья или полуфабрикатов готовой продукции; и распределение для обеспечения того, чтобы продукция доходила до потребителей.

С другой стороны, цепочку создания стоимости можно рассматривать как дальнейший шаг в эволюции, поскольку она выходит за рамки простого вывода продукта на рынок и направлена на обеспечение более благоприятной среды для всех заинтересованных сторон. Как и цепочки поставок, основной целью управления цепочкой создания стоимости является максимизация чистого дохода. Однако метод, с помощью которого цепочки создания стоимости стремятся максимизировать чистый доход, по своей сути отличается. Как следует из названия, цепочки создания стоимости повышают стоимость продукта в узлах цепочки либо увеличением степени промышленной переработки сырья и полуфабрикатов и добавления стоимости, либо за счет повышения ценности в результате обеспечения большей безопасности, экологичности, утилизируемости или удовлетворенности от потребления. Затем эта ценность реализуется за счет повышения цен и/или освоения новых (нишевых) или расширенных рынков. Например, в рыболовстве и аквакультуре термин «добавленная стоимость» используется для характеристики увеличения ценности продуктов с помощью определенного метода обработки – по сути, превращения сырой рыбы в конечный готовый продукт или полуфабрикат, который имеет большую ценность на рынке за счет удобства потребления.

Термин «создание ценности» используется для характеристики рыбы, рыбопродукции и продукции аквакультуры, которые имеют повышенную ценность на рынке, отличая их от аналогичных продуктов на основе таких характеристик продукта, как: географическое положение (крымская устрица, черноморская мидия или дальневосточный краб); бережное отношение к окружающей среде (экомаркировка, справедливая торговля); органические продукты; и безопасность пищевых продуктов (система HACCP, не содержащая антибиотиков, тяжелых металлов и т. д.), обеспечивая предприятию конкурентные преимущества» [1].

Бесперебойность создания стоимости обеспечивается не только сбалансированными по объемам и технологическим процессам элементами материальных, производственных, кадровых ресурсов, но и в значительной степени связующими их воедино транспортно-логистическими процессами, информационными системами (сбыт, маркетинг, закупки, финансовые потоки) и внутриорганизационными системами управления. При этом любой из этих элементов может являться критически значимым по отношению к одним цепочкам создания стоимости, и, в тоже время, быть «необходимым и достаточным» условием функционирования других цепочек по отношению к другим продуктам. Принимая во внимание усиливающуюся конкуренцию и постоянное повышение требований по вопросам качества, безопасности потребления и эко-безопасности в сфере производства, ключевыми элементами создания стоимости в полной мере являются инновационные процессы в технологической сфере и маркетинге, обеспечивая одновременное удовлетворение как потребительских запросов, так и общественно-социальных.

Повышение добавленной стоимости в процессе создания стоимости продукта как такового может привести к появлению принципиально нового продукта, обладающего ценностью для нового круга покупателей и обеспечивающего большую экономическую результативность и эффективность за счет расширения доли рынка или выхода на новые

сегменты.

Увеличение добавленной стоимости может являться элементом цепочки создания стоимости, но при этом не приводить к повышению конечной потребительской ценности в глазах конкретного покупателя, и тем самым не формируя дополнительные потоки экономических выгод, обеспечивать только социальные и экологические эффекты.

Таким образом, цепочки создания стоимости можно рассматривать как расширение прав и возможностей различных, обычно разрозненных заинтересованных сторон, поскольку они признают инновационные возможности внести свой вклад и совместно способствовать повышению ценности своей продукции [8].

«Также важно проводить различие между добавленной стоимостью и созданием ценности, признавая, что добавление стоимости может потребовать дополнительных затрат с точки зрения инфраструктуры обработки, а создание ценности – финансирования, например, на научные инновационные разработки. Одной из основных идей, лежащих в основе цепочки создания стоимости, является признание того, что выбор потребителей не всегда определяется ценой, поскольку они могут быть готовы платить больше за продукт с большей добавленной стоимостью.

В тоже время, цепочки поставок, выступая как отдельное звено при создании стоимости, исходят из предположения, что большинство потребителей хотят получить тот же продукт за меньшие деньги, что обычно приводит к появлению товарных рынков с практически отсутствующей или незначительной добавленной стоимостью» [1, 6, 7].

Цепочки создания стоимости включают два блока элементов, позволяющих максимизировать экономические, социальные и экологические выгоды на основе наиболее полного учета влияния факторов внешней и внутренней среды. Влияние факторов среды проявляется через степень государственного участия и регулирования деятельности как на отраслевом, так и региональном уровне, наличии экономических механизмов, позволяющих получить дополнительное льготное финансирование или субсидирование инновационных расходов, наличие правовой защиты и поддержки при прохождении обязательных или рекомендованных процедур лицензирования и сертификации, содействие в обеспечении правовой защиты методов, подходов и технологий, разработанных на предприятии в процессе формирования цепочек добавленной стоимости, выбранных организационно-правовых форм функционирования и режимов деятельности.

Первый блок (внутренний) включает в себя элементы, соответствующие:

- основным стадиям производственно-технологического процесса: выбор типа продукции (рыбопитомник, нагульное хозяйство, племенное хозяйство, полносистемное хозяйство) и видов объектов аквакультуры (рыбы, моллюски, водоросли, микроводоросли), основной технологический процесс (товарное производство по избранной схеме технологического процесса с учетом выбранного типа водоема и конечного назначения получаемого продукта (для пищевых целей, для технических целей, для использования в дальнейших биотехнологиях таких сфер как медицина, косметология, энергетика, минимизация углеродного следа и т. п.)); входящая, внутренняя и исходящая логистики, связанные с процессом поставки и перемещения;
- обеспечению и гарантии качества (сертификация по различным стандартам качества и безопасности);
- рыночного позиционирования, продвижения и подкрепления в процессе потребления, если это возможно в контексте дальнейшего использования продукта, по отношению к которому разрабатывается цепочка создания стоимости;
- поставке и мотивации к потреблению;
- обеспечению конкурентоспособности.

Второй блок элементов (обеспечивающий) включает в себя:

- основное ресурсное обеспечение в контексте основных технико-технологических схем производства (икра, мальки, корма и т. п.), но не ограничивается только материальным снабжением технологического процесса;

- технико-технологическое обеспечение с акцентом на универсальности, возможности постоянной оптимизации, модернизации и инновационного обновления;
- кадровое обеспечение с акцентом на уровне профессионально-квалификационной подготовки, мотивированности, степени вовлеченности в конечную результативность функционирования;
- инфраструктурную составляющую, позволяющую обеспечивать определенный уровень интеграционного внутриотраслевого, межотраслевого или регионального взаимодействия, позволяющую создавать целостные вертикально или горизонтально взаимосвязанные кластерные цепочки, либо обеспечивающие функционирование замкнутых безотходных производственных систем с максимизацией в первую очередь экологических эффектов при заданном уровне экономической и социальной эффективности;
- финансовую составляющую, направленную на обеспечение инвестиционной деятельности как фактора опережающего развития.

Все представленные элементы в совокупности с факторами внешней и внутренней среды формируют набор переменных и ограничений, которые при заданных условиях (информационной обеспеченности и организационно-управленческого механизма) позволяют используя методы экономико-математического моделирования с использование современных цифровых интеллектуальных технологий просчитать различные сценарии формирования цепочек создания стоимости продукции аквакультуры с достижением заданных уровней экономической и социальной эффективности, оптимальности, экологической устойчивости и безопасности [8].

Построение в сфере рыбоводства и аквакультуры действенных и эффективных цепочек создания стоимости может быть сопряжено с определенными трудностями и негативным либо не конструктивным влиянием ряда факторов.

Так, отсутствие доступа к водным ресурсам в объемах и качестве, необходимом для выращивания определенных видов рыб, гидробионтов и объектов аква- и марикультуры, может полностью нивелировать имеющиеся рыночные возможности удовлетворения потребительского спроса за счет организации новых предприятий и расширения действующих, что будет создавать стоимость в сфере транспортной логистики и ретейла, а не в сфере промышленного производства на отдельном региональном или местном уровне.

С дугой стороны, поддержка предприятий рыбоводства и аквакультуры на уровне местных сообществ, отрасли, региона в виде государственных программ развития, функционирования консультационных и координационных специализированны центров, наличия развитой производственной, технико-технологической, финансовой, образовательной, научной инфраструктуры значительно облегчает и делает менее затратным выстраивание цепочек создания стоимости.

В то же время значительное влияние оказывают факторы демографии, пищевых привычек и культуры потребления, в целом образа жизни. Изменение темпов и ритмов жизни в последние десятилетия коренным образом поменяли потребительские предпочтения, сместив акцент на продукцию с более высокой добавленной стоимостью и быстрой степенью готовности к потреблению. Успех птицеводства и животноводства по формированию цепочек стоимости во многом обусловлен тем, что производители смогли предложить своим ключевым потребителям такие товары. Для рыбной отрасли в целом и аквакультуры в частности в этом направлении остается много возможностей для совершенствования и внедрения различного рода инноваций. Одновременно необходимо учитывать, что имеет место достаточно сильная конкуренция за потребителя со стороны производителей в птицеводстве и мясоперерабатывающей промышленности.

Трансформации в обществе в сфере обеспечения экологической безопасности потребления накладывают отпечаток на то, как предлагаемый рынку продукт это учитывает.

Выводы. Отличительной особенностью формирования цепочек создания ценности в аквакультуре является возможность максимального сближения всех технологических звеньев (начиная от рыборазведения и заканчивая готовым рыночным продуктом,

предназначенным для потребления) максимально приближенным к целевому потребительскому рыночному сегменту. Одновременно производство аквакультуры с учетом уровня развития современных технологических систем замкнутого цикла водоснабжения, уже не привязанных к необходимости использования естественных или искусственных открытых водоемов, может быть легко интегрировано в существующие производственные сельскохозяйственные и пищевые перерабатывающие кластеры, обеспечивая синергетический эффект для всех участников на основе более глубокой экономической, организационной, финансовой, социальной и экологической интеграции.

Список использованной литературы:

1. *Яркина Н. Н.* Устойчивое развитие и инициатива «Голубой рост» // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2019. № 3. С. 117-131.
2. Value chain dynamics and the small-scale sector. Policy recommendations for small-scale fisheries and aquaculture trade. URL: https://www.fao.org/3/i3630e/i3630e.pdf (дата обращения: 13.11.2023).
3. Economic analysis of supply and demand for food up to 2030 – special focus on fish and fishery products. URL: https://www.fao.org/3/i3822e/i3822e.pdf (дата обращения: 13.11.2023).
4. Global conference on aquaculture millennium +20 aquaculture for food and sustainable development, Shanghai, China, 22–25 September 2021. URL: https://www.fao.org/3/cb9365en/cb9365en.pdf (дата обращения: 13.11.2023).
5. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2022: На пути к «голубой» трансформации. URL: https://www.fao.org/3/cc0461ru/online/sofia/2022/key-messages.html (дата обращения: 13.11.2023)
6. *Горянинская О. А.* Глобальные цепочки создания стоимости: логистический аспект // Экономическое развитие региона: управление, инновации, подготовка кадров. 2018. № 5. С. 369-374.
7. *Пичурин И. И.* Понятия «Цепочка создания стоимости» и «Ценность» в экономической теории // Журнал экономической теории. 2013. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatiya-tsepochka-sozdaniya-stoimosti-i-tsennost-v-ekonomicheskoy-teorii (дата обращения: 13.11.2023).
8. *Уэйнер Т.* Как создать эффективную цепочку создания стоимости. URL: http://www.mepsupplychain.org/develop-efficient-value-chain/ (дата обращения: 13.11.2023).

References:

1. Yarkina, N. N. Ustojchivoe razvitie i iniciativa «Goluboj rost» [Sustainable development and the Blue Growth Initiative]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2019, no. 3, pp. 117-131. (In Russian).
2. Value chain dynamics and the small-scale sector. Policy recommendations for small-scale fisheries and aquaculture trade. (In English). Available at: https://www.fao.org/3/i3630e/i3630e.pdf (accessed 13.11.2023).
3. Economic analysis of supply and demand for food up to 2030 – special focus on fish and fishery products. (In English). Available at: https://www.fao.org/3/i3822e/i3822e.pdf (accessed 13.11.2023).
4. Global conference on aquaculture millennium +20 aquaculture for food and sustainable development, Shanghai, China, 22–25 September 2021. (In English). Available at: https://www.fao.org/3/cb9365en/cb9365en.pdf (accessed 13.11.2023).
5. *Sostoyanie mirovogo rybolovstva i akvakul'tury 2022: Na puti k «goluboj» transformacii* [The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation]. (In Russian).

Available at: https://www.fao.org/3/cc0461ru/online/sofia/2022/key-messages html. (accessed 13.11.2023).
6. Goryaninskaya O. A. Global'nye cepochki sozdaniya stoimosti: logisticheskij aspect [Global value chains: the logistical aspect] *Ekonomicheskoe razvitie regiona: upravlenie, innovacii, podgotovka kadrov* [Economic development of the region: management, innovation, personnel training], 2018, no. 5, pp. 369-374. (In Russian).
7. Pichurin I.I. Ponyatiya «Cepochka sozdaniya stoimosti» i «Cennost'» v ekonomicheskoj teorii [The concepts of “Value chain” and “Value” in economic theory]. *Zhurnal ekonomicheskoj teorii* [Journal of Economic Theory], 2013, no. 3. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatiya-tsepochka-sozdaniya-stoimosti-i-tsennost-v-ekonomicheskoy-teorii (accessed 03.12.2023).
8. Weyner T. How to Develop an Efficient Value Chain. (In English). Available at: http://www.mepsupplychain.org/develop-efficient-value-chain/ (accessed 13.11.2023).

Сведения об авторе / Information about author

Меркушева Марина Вячеславовна	канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 merkushevastud@mail.ru
Merkusheva Marina Vjacheslavovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor of the Department of Economics and Humanities Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str.,82 merkushevastud@mail.ru

УДК 331.108.26 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.027**

Острик В.Ю., Сухомлин И.А.

ОСОБЕННОСТИ СТИМУЛИРОВАНИЯ ТРУДА УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА В ОРГАНИЗАЦИЯХ

Аннотация. В статье представлен теоретический обзор характеристик и особенностей труда управленческого аппарата на современном этапе деятельности организаций, выявлены основные требования для проектирования эффективной системы стимулирования труда управленческого персонала, с учетом ограничений и рисков. Выделяются содержательные критерии направлений повышения качества управленческого труда в организации, которые формируют эффективное использование управленческого персонала и обеспечивают высокопродуктивную реализацию трудовой активности и результативности управленческого воздействия. Приводится поэтапная технология повышения качества труда руководителя, через внедрение системы KPI, которая позволит выстроить специфическую для управленцев карту компетенций и смоделировать эффективный профиль должности с учетом стратегического менеджмента. Обосновывается процесс планирования KPI руководителя при повышении качества управленческого труда. Обобщаются риски по внедрению модели управления мотивацией управленческого труда в организациях и способы управления ими с учетом трансформаций комплексного механизма управления человеческим капиталом.
Ключевые слова: стимулирование, система, управленческий труд, персонал, организация, трудовая функция.

Ostrik V.Y., Sukhomlin I.A.

FEATURES OF STIMULATING THE LABOR OF MANAGEMENT PERSONNEL IN ORGANIZATIONS

Abstract. Theoretical review of the characteristics and characteristics of the work of the managerial apparatus at the present stage of the activities of organizations; the basic requirements for designing an effective system for stimulating the work of managerial personnel are identified, taking into account restrictions and risks are presented in the article. Substantive criteria for improving the quality of managerial work in an organization are identified, which form the effective use of managerial personnel and ensure highly productive implementation of labor activity and the effectiveness of managerial influence. A step-by-step technology for improving the quality of a manager’s work is presented through the introduction of a KPI system, which will allow building a competency map specific to managers and modeling an effective job profile taking into account strategic management. The process of planning a manager's KPI while improving the quality of managerial work is substantiated. The risks of introducing a model for managing the motivation of managerial work in organizations and ways of managing them, taking into account transformations of the complex mechanism of human capital management, are generalized.
Keywords: stimulation, system, managerial work, personnel, organization, labor function.

Введение. Особенностью деятельности управленческого персонала, в современных условиях нестабильности внешней среды деятельности организаций, является ориентация на стратегическое видение деятельности организации, ресурсоэкономное использование всего ресурсного потенциала предприятия, а также выработка высокопродуктивных управленческих решений, которые обеспечат сохранение конкурентоспособности и высокую продуктивность производственной деятельности. Повышенная нагрузка на управленческий персонал объясняется, тем, что управленческий персонала постоянно должен приспосабливаться и адаптивно реагировать на изменения во внешнем организационном пространстве. Руководство организации несет ответственность за весь коллектив и через управленческое воздействие обеспечивает результативность, эффективность и качество

труда.

Управленческий персонал, как особая категория, имеет ряд особенностей, в том числе при проектировании мотивационных составляющих кадровой политики организации. Стимулирование управленческого труда должно основываться на совокупности ключевых компетенций и особенностях профессиональной деятельности руководства, учитывать удовлетворение их потребностей и специфики труда, в основе которого лежит обеспечение процесса выработки, принятия и реализации управленческих решений.

Управленческие решения, которые принимаются управленческим персоналом, являются основой функционирования деятельности организации. В связи с чем, выработка, принятие и реализация управленческих решений должны отличаться качеством, научнообоснованностью и эффективностью. Создание и использование эффективной системы мотивации управленческого труда в организации является единственным применимым для большинства предприятий формой собственного благополучного существования, позволяющая осуществлять конкурентоспособную хозяйственную деятельность, которая более чем на две трети зависит от состояния функционирования внешней окружающей среды, поэтому тема выпускной квалификационной работы бакалавра является крайне актуальной для современных организаций.

Целью исследования является разработка конкретных направлений стимулирования труда управленческого персонала организаций, с учетом цифровых трансформаций социально-экономических процессов, в системе эффективной кадровой политики организационно-правовых формирований.

Материалы и методы исследования. Современные трансформации привычных явлений в социальных и экономических процессах общества требуют качественно нового подхода к системе материального и нематериального стимулирования в том числе управленческого персонала. Авторы, занимающиеся вопросами построения эффективных систем управления персоналом схожи во мнении необходимости качественной адаптации и трансформации привычных мотивационных форм к реалиям современности в условиях цифровизации экономики и управления.

По мнению Левановой Л.Н. [1] разработанная система мотивации управленческого персонала должны отличаться от общей мотивационной политики организации. Эффективная мотивационная политика в области управленческого персонала позволит не только удержать первых лиц компании, но и будет способствовать реализации общей корпоративной культуры организации, стратегической направленности профессиональной деятельности, а также достижению основных корпоративных целей на стратегическом уровне.

По нашему мнению, именно связь мотивационной политики организации, в том числе управленческого персонала, со стратегическими целями позволит комплексно и эффективно осуществлять профессиональную деятельность, независимо от формы собственности и размеров организации.

Группа авторов во главе с Терновской А.Д. рассматривают мотивацию управленческого персонала, как особенную деятельность высшего порядка и предлагают построение мотивационного механизма для управленцев с учетом совокупности личных и профессиональных интересов, с учетом личных запросов, потребностей и совокупности скрытых мотивационных запросов, которые присущи каждому индивиду [2].

Специалисты информационного ресурса «Генератор продаж» представляют мотивацию управленческого персонала, как основополагающий элемент успешной и эффективной деятельности организации. Однако, необходимо проследить готовность всей организации и коллектива в том числе к особенным механизмам внедрения и использования мотивации управленческого звена. Также необходимо понимать и различать мотивационные аспекты руководителей всех уровней, так как в данной категории существует ряд особенностей, которые необходимо учитывать на том или ином уровне менеджмента организации.

По мнению Куликовой О.В. для большинства управленцев наиболее важны такие

формы стимулирования, как система оплаты труда и вознаграждения, оплата транспортных расходов, а также возможность получения кредита на льготных корпоративных условиях. Также автор предлагает использовать тренинги для управленцев, как эффективного метода повышения мотивации управленческого персонала в условиях общей концепции мотивационной политики организации. Тренинги для управленческого персонала позволят не только повысить эффективность мотивационной политики, но и позволят комплексно и качественно реализовать организационные цели [3].

Токарева Ю.А. в своих исследованиях обращает внимание на использование трех мотивационных составляющих, при построении стимулирующей системы, как руководителей, так и персонала, таких как: экономическую (материальную), социальную (материальную и нематериальную) и нравственную (нематериальную) [4]. Применение данного подхода заслуживает повышенного внимания, так как комплексно раскрывает все мотивационные аспекты системы стимулирования персонала организаций и позволяет учесть все скрытые мотивационные потребности членов команды, которые позволяют демонстрировать результативность трудовой функции.

Анализируя мнения авторов в области мотивации и стимулирования управленческого персонала [5-10], необходимо сделать вывод о том, что мотивации управленческого труда является сложной и многоаспектной деятельностью высшего порядка. Данная деятельность должна комплексно сочетать в себе качественные и количественные показатели результативности управленческой трудовой активности во взаимосвязи с генеральными стратегическими целями организации, при условии принятия всеми членами трудового коллектива. Мотивация управленческого персонала не должна противоречить корпоративной этике и общей корпоративной направленности.

Результаты исследования и их обсуждение. Управленческий персонал является основным элементом системы эффективной деятельности любой организации, так как основной его задачей является выработка и внедрение в производственную деятельность стратегического курса деятельности и основных приоритетных параметров развития организационно-правового формирования. Стимулирование и мотивационная политика персонала занимает ключевое место при планировании и осуществлении конкурентоспособной кадровой политики организации. Основной задачей мотивации является формирование побуждения к профессиональной деятельности во взаимосвязи с личными и коллективными целями сотрудников. Мотивационная политика формируется руководителями организаций и специалистами по управлению персоналом, однако обеспечение ее эффективности требует высокой мотивации самого управленческого персонала. Мотивация менеджмента организаций имеет ряд ключевых особенностей и при обеспечении высокого уровня ее эффективности требуется реализация особенного подхода для достижения ее высокого стимулирующего воздействия.

Мотивационная политика представляется сложной системой взаимодействия внутри организации, так как персональные реакции на мотивационные воздействия могут быть различны со стороны каждого конкретного работника, что требует реализации индивидуального и комплексного подхода к выработке мотивационной стратегии и мотивационного курса организации. Если, при формировании мотивационных потребностей персонала, основную роль играют внутренние факторы производственного поведения и взаимоотношений, то при формировании мотивационной составляющей руководства, основной движущей силой является внешнее окружение. Внешние факторы, оказывающие мотивационное воздействие на управленческий персонал, обусловлены тем, что руководитель представляет конкурентоспособность организации и формирует совокупный HR-бренд организации во внешнем пространстве. Характеристика управленческого труда задает формы и границы профессиональной деятельности, обеспечивает ориентированность на достижение организационных целей. Управленческий труд и его основные компетентностные характеристики являются примером для реализации профессиональных задач персонала и призван демонстрировать образцы трудового поведения. Высокая

мотивация управленческого персонала позволяет обеспечить наилучшую результативность и стратегическое видение стимулирования и трудовой активности персонала организации.

Основные направления эффективного мотивационного курса внутри организации должны содержать в себе ряд элементов, обеспечивающих признание трудовых заслуг сотрудников, в том числе управленцев, демонстрацию позитивного подкрепления к высокой трудовой результативности, а также популяризацию признанной результативности трудовой активности персонала. Мотивационная политика внутри организации должна содержать в себе элементы, как материального, так и нематериального стимулирования, что позволит реализовать принцип комплексности и полноты мотивационного портфеля. Нематериальные стимулы трудовой деятельности, как важнейший элемент мотивационной системы, оказывает также дублирующее воздействие, при реализации мотивационной стратегии, в условиях ограниченности материальных средств поощрения трудовой деятельности.

Эффективная мотивация управленческого персонала позволяет сформулировать благоприятное морально-психологическое состояние персонала через соответствующие формы признания трудовых заслуг. Управленческий персонал с высоким мотивационным уровнем обеспечивает процесс повышения трудовой активности коллектива с учетом стратегического видения деятельности организации. Представим содержательные критерии построения эффективной мотивационной политики управленческого персонала в организации на рисунке 1.

Рисунок 1 – Факторы качества управленческого труда в организации

При формировании системы повышения эффективности труда управленческого персонала в организации существует особенность, которая исходит из содержательной составляющей трудовой деятельности управленцев. Связь результатов труда с материальным и нематериальным стимулированием подтвердила свою необходимость и эффективность, однако персонал организации также демонстрирует производительность, так как при невыполнении обязанностей возможно взыскание и наказание, управленческий же персонал не связывает свою неэффективность с наказанием. Построение модели стимулирования управленческого труда может быть построено лишь на условиях вовлеченности и внутреннего разделения организационных целей. Ключевой ошибкой в деятельности многих руководителей является то, что они рассматривают показатели деятельности организации, как личный успех и распределяют прибыль от хозяйственной деятельности по статьям расходов. которые не влияют на удовлетворение потребностей персонала. Ключевым фактором успеха деятельности организации является постоянное вложение средств в развитие персонала, наделение его дополнительными, необходимыми цифровой экономике компетенциями, без реализации которых успешное функционирование организаций

невозможно.

Выработка управленческих решений должна базироваться на стратегическом целевом планировании деятельности организаций с учетом удовлетворения потребностей персонала, которые видоизменяются под воздействием организационных производственных факторов. Постоянное материальное стимулирование обучения и повышения квалификации персонала, в том числе и управленческого, обеспечивает капитальные вложения в формирование стоимости человеческих ресурсов, что увеличивает привлекательность и цену всей организации, как для рынка труда, так и по сравнению с конкурентами в отрасли функционирования.

Изменения, которые стремительно формируют новые цифровые социально-экономические отношения, предполагают овладение необходимыми знаниями и навыками для осуществления продуктивной профессиональной деятельности. Проблемным вопросом остается процесс формального получения новых цифровых компетенций руководителями организаций, что снижает эффективность деятельности организации и усложняет процесс достижения организационных целей.

Эффективная мотивационная система управленческого труда позволяет обеспечить реальное приобретение необходимых цифровых компетенций управленческим персоналом, что позволит повысить качество принимаемых управленческих решений и обеспечить комплексное достижение цели всей организации.

Переход к командному управлению является важным направлением в обеспечении эффективной деятельности организаций, при распределении командных ролей, первостепенное значение приобретает реальность лидера, а не формальное положение в команде. Для эффективного управленца необходимо обладать набором лидерских профессиональных компетенций для обеспечения качественного командного управления и реализации управленческих решений, которые будут приняты персоналом при условии вовлечения в процесс реализации проекта.

Коммуникативные характеристики управленцев должны обеспечить прозрачное и комплексное прохождение информации, что позволит избежать двойственного толкования при распределении рабочих заданий и обеспечит четкое понимание сотрудниками заданий, которые от них требуются.

Заработная плата управленческого персонала строиться на основании ключевых показателей эффективности труда и результативности деятельности всей организации, однако, не всегда факторы материального стимулирования комплексно определяют результативность управленческого труда. Ключевые показатели деятельности управленцев должны быть связаны с целями всей организации, реализация которых будет влиять на формирование материального стимулирования. Важно отметить, что для многих руководителей материальная составляющая не является первостепенной, так как для управленцев в успешных организациях предусмотрены высокие суммы вознаграждения. Нематериальные инструменты довольно часто играют существенную роль в формировании мотивационной платформы управленцев.

Исследования в области мотивационного стимулирования управленческого персонала подтвердили необходимость использования эксклюзивных методов мотивации, традиционные инструменты, такие как социальный пакет, подарки, со временем утрачивают свою ценность, и специалист перестает их ценить. Изменение потребностей управленцев организации связано с изменениями во внешнем пространстве и способности всей системы управления персоналом адаптивно реагировать на неизбежные изменения во внешней среде организации. Адаптивность управленческих решений, которые вырабатываются управленцами, отражает их способность к принятию инноваций и внедрению во все организационные аспекты инновации, соответственно потребности руководителей также трансформируются, на что необходимо обратить внимание, при построении мотивационного профиля должности.

Мотивационные направления для повышения качества управленческого труда в

организациях должны содержать в себе набор компетентностных характеристик, на основании которых необходимо проектировать мотивационную базу руководителей различных уровней. Необходимо отметить, что представленная технология не является универсальной и требует трансформации, в зависимости от уровня менеджмента, направления хозяйственной деятельности и размеров производства (рисунок 2).

Рисунок 2 – Поэтапная технология повышения качества труда руководителя, через внедрение системы KPI

Построение модели повышения качества управленческого труда в организациях предусматривает поэтапное внедрение. На первоначальном этапе необходимо выделить основные критерии для оценки труда, которые будут отражать требуемый эффективный результат работы в виде конкретного значения в качественном или количественном эквиваленте. Критерии эффективности должны быть установлены относительно

индивидуальной работы сотрудника, так как измерение возможно по результатам деятельности. Наряду с критериями необходимо определить факторы достижения результатов трудовой активности, а также показатели профессионального поведения и личностных характеристик сотрудника.

Было выявлено, что повышение качества и эффективности управленческого труда напрямую связано с показателями операционной деятельности. Индивидуальные показатели эффективности разрабатываются, и их значение должно быть взаимосвязаны с размерами материального вознаграждения, что будет способствовать дополнительному материальному стимулированию и желанию соответствовать высокому уровню KPI.

Представим процесс планирования KPI руководителя организации на рисунке 3.

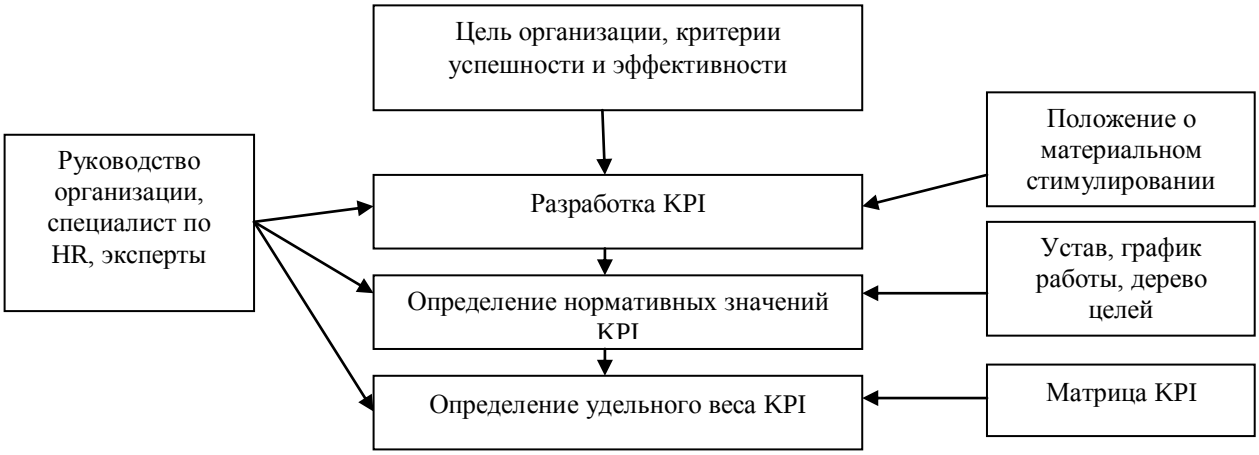


Рисунок 3 – Процесс планирования KPI руководителя при повышении качества управленческого труда

Процесс оценки качества управленческого труда включает в себя сбор фактических данных о выполнении показателей эффективности и расчет фактического размера материального вознаграждения. Необходимо отметить, что при внедрении предлагаемой системы возможны определенные риски, представленные в таблице 1.

Управление качеством и эффективностью управленческого труда в организациях на основе внедрения системы KPI руководящего состава позволяет сделать процесс менеджмента и управления персоналом более прозрачным для всех участников, улучшить качество коммуникаций и получать постоянную обратную связь от персонала при реализации управленческих решений.

Таблица 1 – Риски по внедрению модели управления мотивацией управленческого труда в организациях и способы управления ими

Риск	Способы управления рисками
Некачественное и некорректное определение KPI	Внесение качественных корректировок в модель, корректировка промежуточных целей
Сопротивление линейных руководителей внедрению проекта	Проведение анкетного опроса до внедрения проекта, корректировка по данным результата опроса
Низкая заинтересованность управленческого персонала во внедрении модели	Всеобщая презентация проекта перед внедрением с упором на получение экономического и социального эффекта от мероприятий

Управление по ключевым показателям эффективности дает возможность не только качественно мотивировать персонал организации, но и формирует эффективную организационную культуру, способствует командной работе, создает корпоративный дух.

Система внедрения ключевых показателей KPI, при повышении качества управленческого труда в организации, во взаимосвязи с мотивационным аспектом труда, является мощным инструментом повышения эффективности всего управления внутри организации и эффективности выработки, принятия и реализации управленческих решений в организациях.

Ключевые показатели эффективности деятельности руководителя должны стать привычным и очевидным видом профессиональной деятельности. Без установки KPI невозможно оценить результативность сотрудников, в связи с тем, что не все показатели можно измерить в количественном эквиваленте, многие показатели имеют качественные характеристики, которые необходимо грамотно определить. В реальной деятельности достаточно сложно определить эффективные или неэффективные менеджеры в организации, система показателей KPI позволит отразить результативность управленческого персонала во взаимосвязи с целями организации.

Факт достижения KPI отражает успешность сотрудника на 30%, остальные 70% напрямую зависит от внешних факторов деятельности организации. Фактические успехи организации и управления в ней свидетельствуют о благоприятных рыночных условиях, и то, что планирование осуществлялось в условиях определенности. Необходимо помнить, что эффективный руководитель организации должен обладать комплексными показателями, которые характеризуют не только его профессионализм, но и личностные качества. Для эффективной деятельности в области управления необходимо не только полагаться на систему KPI руководящего состава, но и учитывать другие факторы определенности внешней среды, с которой взаимодействует организация. Необходимо четко понимать, для чего в организации используется система показателей KPI и настроена ли она с учетом организационных целей, а также понимать трудоемкость внедрения данной системы и риски, которые с этим связаны.

Выводы. Установлено, что мотивация управленческого труда в организациях является сложным и многоаспектным понятием, необходимо выделить такие составляющие современной системы управления: подсистема управления финансовой и бухгалтерской деятельностью, подсистема управления качеством готовой выпускаемой продукции, подсистема управления маркетингом, подсистема управления персоналом и охраны труда, важнейшими подсистемами являются управление безопасностью и окружающей средой организации, также важнейшими составляющими являются управление сбытом и логистическими процессами в организации, а также управление конкурентоспособностью предприятия и выпускаемой продукции в нем. И только при взаимодействии данные составляющие образуют целостную и комплексную систему менеджмента всей организации и позволят осуществлять эффективную и конкурентоспособную деятельность.

Мотивация управленческого труда отражается в административных, экономических и социально-психологическими методами управления, которые позволяют менеджеру, используя научный подход способствовать достижению целей предприятия. В современном сложном экономическом пространстве необходимо грамотно и качественно подходить к организации системы управления предприятиями, необходимо использовать комплекс научных методов менеджмента, реализовывать основные административные, экономические и социальные принципы менеджмента, грамотно сочетать набор общих и конкретных функций менеджмента.

Список использованной литературы:

1. *Леванова Л. Н.* Особенности мотивации руководителей высшего звена в России // Известия Саратовского университета. Экономика. Управление. Право. 2017. Т. 17. № 1. С. 50-55. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-motivatsii-rukovoditeley-

vysshego-zvena-v-rossii (дата обращения: 15.10.2023).
2. *Терновская А. Д., Мостовая В. С., Ларина А.А.* Мотивация в менеджменте // Молодой ученый. 2016. № 10 (114). С. 898-900. URL: https://moluch.ru/archive/114/30222/ (дата обращения: 15.10.2023).
3. *Куликова О. В., Бубнова О.В.* Особенности мотивации менеджеров высшего и среднего звена в современных организационных условиях // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=17809 (дата обращения: 15.10.2023).
4. *Токарева Ю.А., Глухенькая Н.М., Токарев А.Г.* Мотивация трудовой деятельности персонала: комплексный подход: монография. Шадринск: ШГПУ, 2021. 216 с.
5. *Кузнецов М. Е., Федоров О.Р., Михеев А.А.* Долгосрочная мотивация членов органов управления в компаниях с государственным участием // Акционерное общество: вопросы корпоративного управления. 2015. № 9. С. 60-75. URL: https://mgimo.ru/files2/2015_09/up24/file_2bf6f6046ab8d8c9444f0abd5a14fafc.pdf?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (дата обращения: 11.11.2023).
6. *Карташова Л. В.* Управление человеческими ресурсами: учебник. М.: Инфра-М, 2019. 235 с.
7. *Fedorova A., Katashinskikh V.* Toxic elements of labour relations under conditions of growing precarization of the employment // The 9th International Days of Statistics and Economics. 2015. P. 751-760.
8. *Kemp E., Borders A.L., Ricks J.M.* Sales manager support: fostering emotional health in salespeople // European Journal of Marketing. 2013. Vol. 47. № 3/4. P. 635-654. URL: https://www.researchgate.net/publication/263336086 (дата обращения: 15.10.2023).
9. *Скоробогатова В. В., Бакуридзе Н. С.* Мотивация и стимулирование персонала в трудовой деятельности // Вестник КГМТУ. 2021. № 1. С. 234-244.
10. *Sabbagha M. de S., Ledimo O., Martins N.* Predicting staff retention from employee motivation and job satisfaction // Journal of Psychology in Africa. 2018. Vol. 28. № 2. P. 136-140. URL: https://www.researchgate.net/publication/325138535_Predicting_staff_retention_from_employee_motivation_and_job_satisfaction (дата обращения: 12.11.2023).

References:

1. Levanova L. N. Osobennosti motivatsii rukovoditeley vysshego zvena v Rossii [Features of motivation of senior managers in Russia]. Izvestiya Saratovskogo universiteta. *Ekonomika. Upravleniye. Pravo* [News of Saratov University. Economy. Control. Right], 2017, vol. 17, no. 1, pp. 50-55. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-motivatsii-rukovoditeley-vysshego-zvena-v-rossii (accessed 15.10.2023).
2. Ternovskaya A. D., Mostovaya V. S., Larina A.A. Motivatsiya v menedzhmente [Motivation in management]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2016, no. 10 (114), pp. 898-900. (In Russian). Available at: https://moluch.ru/archive/114/30222/ (accessed 15.10.2023).
3. Kulikova O. V., Bubnova O.V. Osobennosti motivatsii menedzherov vysshego i srednego zvena v sovremennykh organizatsionnykh usloviyakh [Features of motivation of top and middle managers in modern organizational conditions]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2015, no. 1-1. (In Russian). Available at: https://science-education.ru/ru/article/view?id=17809 (accessed 15.10.2023).
4. Tokareva Yu.A., Glukhen'kaya N.M., Tokarev A.G. *Motivatsiya trudovoy deyatel'nosti personala: kompleksnyy podkhod: monografiya* [Motivation of personnel work activity: an integrated approach]. Shadrinsk, SHGPU Publ., 2021, 216 p. (In Russian).
5. Kuznetsov M.Ye., Fedorov O.R., Mikheyev A.A. Dolgosrochnaya motivatsiya chlenov organov upravleniya v kompaniyakh s gosudarstvennym uchastiyem [Long-term motivation of members of management bodies in companies with state participation]. *Aktsionernoye obshchestvo: voprosy korporativnogo upravleniya* [Joint-stock Company: Issues of Corporate

Governance], 2015, no. 9, pp. 60-75. (In Russian). Available at: https://mgimo.ru/files2/2015_09/up24/file_2bf6f6046ab8d8c9444f0abd5a14fafc.pdf?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (accessed 11.11.2023).
6. Kartashova L. V. *Upravleniye chelovecheskimi resursami* [Management of human resources]. Moscow, Infra-M Publ., 2019, 235 p. (In Russian).
7. Fedorova A., Katashinskikh V. Toxic elements of labour relations under conditions of growing precarization of the employment. *The 9th International Days of Statistics and Economics*, 2015, pp. 751-760. (In English).
8. Kemp E., Borders A.L., Ricks J.M. Sales manager support: fostering emotional health in salespeople. *European Journal of Marketing*, 2013, vol. 47, no. 3/4, pp. 635-654. (In English). Available at: https://www.researchgate.net/publication/263336086 (accessed 15.10.2023).
9. Skorobogatova V. V., Bakuridze N. S. Motivatsiya i stimulirovaniye personala v trudovoy deyatel'nosti [Motivation and stimulation of personnel in labor activity]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2021, no. 1, pp. 234-244. (In Russian).
10. Sabbagha M. de S., Ledimo O., Martins N. Predicting staff retention from employee motivation and job satisfaction. *Journal of Psychology in Africa*, 2018, vol. 28, no. 2, pp. 136-140. (In English). Available at: https://www.researchgate.net/publication/325138535_Predicting_staff_retention_from_employee_motivation_and_job_satisfaction (accessed 12.11.2023).

Сведения об авторах / Information about authors

Острик Владимир Юрьевич	канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры управления персоналом Институт экономики и управления Крымского аграрного университета им. В.И. Вернадского 295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4 ostrik-work@rambler.ru
Ostrik Vladimir Yurievich	Ph.D. (Econ.), Associate Professor of personnel management department Institute of economics and management of V.I. Vernadsky Crimean Federal University 295015, Republic of Crimea, Simferopol, Sevastopolskaya str., 21/4 ostrik-work@rambler.ru
Сухомлин Игорь Александрович	аспирант кафедры управления персоналом Институт экономики и управления Крымского аграрного университета им. В.И. Вернадского 295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4 x@shmln.com
Sukhomlin Igor Alexandrovich	post-graduate of personnel management department Institute of economics and management of V.I. Vernadsky Crimean Federal University 295015, Republic of Crimea, Simferopol, Sevastopolskaya str., 21/4 x@shmln.com

УДК 331.101.3 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.028**

Острик В.Ю., Якушев А.А., Понамаренко А.А.

РАЗВИТИЕ МОТИВАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Аннотация. В статье представлен теоретический обзор мотивационных составляющих системы управления человеческими ресурсами, обосновывается необходимость трансформации привычных инструментов под влиянием подвижности внешнего пространства и трансформации набора потребностей работников и коллективов. Выделяются Основные направления развития системы мотивации персонала в условиях конкурентоспособности организации. Приводятся результативные составляющие мотивационного тренинга для сотрудников организации. Обосновываются конкретные рекомендации для внедрения направлений по моделированию эффективных мотивационных систем управления персоналом для предприятий. Обобщаются перспективы развития и угрозы в отечественных системах управления персонала и менеджмента с учетом трансформации мотивационных потребностей, при внедрении современных кадровых технологий. Формализована последовательность действий формирования и развития эффективной системы мотивации трудовой деятельности персонала, которая обобщает и конкретизирует действия руководителя и специалиста в области управления персоналом по проектированию эффективной мотивационной системы.
Ключевые слова: персонал, мотивация, система, проектирование, организация, конкурентоспособность, мотивационная платформа, потребности.

Ostrik V.Yu., Yakushev A.A., Ponamarenko A.A.

DEVELOPMENT OF STAFF MOTIVATION SYSTEMS IN CONDITIONS OF COMPETITIVENESS

Abstract. Theoretical overview of the motivational components of the human resource management system, substantiates the need to transform familiar tools under the influence of the mobility of external space and transform the set of needs of employees and teams are presented. The main directions of development of the personnel motivation system in the conditions of the organization's competitiveness are highlighted. The effective components of motivational training for employees of the organization are presented. Specific recommendations for the implementation of directions for modeling effective motivational personnel management systems for enterprises are substantiated. Development prospects and threats in domestic personnel management and management systems are summarized, taking into account the transformation of motivational needs, with the introduction of modern personnel technologies. The sequence of actions for the formation and development of an effective system for motivating the work activity of personnel is formalized, which generalizes and specifies the actions of a manager and a specialist in the field of personnel management in designing an effective motivational system.
Keywords: personnel, motivation, system, design, organization, competitiveness, motivational platform, needs.

Введение. Мотивация и стимулирование играют важнейшую роль для современных систем управления персоналом, руководители и специалисты по управлению персоналом должны понимать конкретные правила построения эффективного мотивационного механизма для обеспечения конкурентоспособности профессиональной деятельности и удовлетворения стратегических целей организации. Система управления персоналом отличается набором множества составных элементов, которые взаимодействуют между собой в процессе руководства человеческим потенциалом, однако, мотивация из этих элементов является главной составляющей. Хорошо мотивированный персонал

демонстрирует высокую результативность трудовой деятельности, берет на себя дополнительную ответственность, проявляет креативность и творческий подход в решении проблем, а также ассоциирует себя с организацией в стратегическом развитии, а не в кратковременной перспективе.

Инновационная и трудовая активность сотрудников в организациях напрямую зависит от качества мотивационной системы внутри организации. Построение и внедрение в управленческий процесс качественных мотивационных систем обеспечивает эффективность профессиональной деятельности организации и формирует ее привлекательность, как работодателя на рынке труда, что в сложившихся условиях кадрового голода является весомым фактором в обеспечении эффективности производственной деятельности.

Актуальность темы исследования обуславливается необходимостью постоянной выработки конкретных рекомендаций по созданию и совершенствованию мотивационных процессов в организации, та как без реализации мотивационных аспектов деятельности персонала, комплексное и бесперебойное функционирование предприятия невозможно на современном этапе.

Проблемам совершенствования системы активизации и стимулирования персонала организаций посвящено большое количество западных и отечественных ученых, однако мотивационные вопросы остаются актуальными всегда, ведь современные мотивационные процессы должны совершенствоваться, модернизироваться, адаптироваться к постоянным изменяющимся условиям внешней среды функционирования предприятия.

Целью исследования является обоснование необходимости существующих систем мотивации персонала в условиях современных трансформаций социально-экономических процессов. Выработка конкретных рекомендаций по построению эффективной мотивационной системы в организациях в условиях конкурентоспособности.

Материалы и методы исследования. На современном этапе развития экономических и управленческих наук существует множество исследований и научных работ относительно мотивации персонала. Авторы, занимающиеся данным вопросом схожи во мнениях, что в основе эффективной модели мотивационной системы современного предприятия должна находиться мощная мотивационная платформа, которая формирует личное мотивационное ядро каждого конкретного работника организации.

По мнению Аргашоковой О.И. и Балаева В.А. [1, 2] основными проблемами современных мотивационных систем является комплексное масштабирование значений материальной мотивации над нематериальными мотивационными аспектами. Современные подходы в мотивации персонала должны учитывать многоаспектность мотивационных систем в рамках потребностей каждого конкретного специалиста, что позволит сформировать эффективную кадровую политику внутри организации при условии соблюдения существующих мотивационных трудовых аспектов.

В системе кадровой политики в условиях конкурентоспособности организаций именно мотивационная политика в отношении персонала формирует благоприятность HR-бренда и привлекательность организации-работодателя на рынке труда.

По мнению авторов, рекомендуется использовать смешанную мотивационную модель при работе с персоналом организации, которая учитывает в себе составляющие, как процессуальных, так и содержательных и комплексных мотивационных теорий. Не существует идеальной мотивационной системы, которая была бы универсальной для всех организаций, в связи с чем проведение оценки персонала на начальном этапе, с точки зрения мотивационного стимулирования, позволит выстроить индивидуальный мотивационный профиль сотрудника, на основании которого возможно проектирование эффективной мотивационной системы.

Басюк А.С. [3] рассматривает мотивацию персонала, как основу эффективного механизма управления человеческими ресурсами организации. Важно отметить, что среди всех элементов системы управления персоналом, именно мотивация играет первостепенное значение и является важнейшей кадровой технологией.

Нестеренко И.Е. [4] приводит теоретический анализ управленческий мотивационных аспектов, а также обозначает место мотивации в системе менеджмента и ее влияние на эффективность менеджмента в современных организациях. Автор рассматривает мотивацию, как инструмент, которым должен профессионально владеть каждый руководитель. Цель мотивационной политики организации должна комплексно пересекаться с генеральными целями всей организации и являться внутренней движущей силой работника, при демонстрации высокой трудовой результативности. Важно рассматривать мотивацию, как стратегию деятельности организации. Формирование эффективных мотивационных систем является длительным и трудоемким процессом, особенно в условиях постоянно растущей конкуренции.

Скоробогатова В.В. [5] в своих работах уделяет большое внимание поиску новых эффективных мотивационных методов, как на материальной, так и нематериальной основе, а также обосновывает трудовое поведение и результативность деятельности персонала с точки зрения использования мотивационных механизмов.

Спарнюк Е.В. [6] обосновывает создание эффективной мотивационной системы персонала в условиях конкуренции с точки зрения специфики труда по категориям работников. Не смотря на индивидуальные аспекты в области мотивации трудовой деятельности, важно выработать мотивационную стратегию по категориям работников. Мотивационное ядро управленческого персонала и линейных сотрудников формируется за счет различных факторов трудовой, этико-психологической, нравственной и социально-этической деятельности, при реализации профессиональной функции.

На основании анализа теоретического материала по существующим мотивационным аспектам управленческой деятельности [7-13], необходимо отметить, что для эффективного управления человеческими ресурсами, в условиях жесткой конкуренции и комплексного использования человеческого капитала необходимо выработать качественно новый подход к формированию мотивационных систем. Отток рабочей силы и кадровый голод, которые характеризуют современные управленческие системы, диктует новые требования к формированию эффективной мотивационной системы в организациях. Важно отметить, что реализация целевого мотивационного подхода в рамках стратегии деятельности организационно-правового формирования позволит сохранить конкурентные позиции и повысить конкурентоспособность деятельности при условиях эффективности профессиональной деятельности.

Результаты исследования и их обсуждение. При проектировании любых подсистем системы управления персоналом организаций начальной точкой профессиональной деятельности является стратегическое целевое планирование профессиональной деятельности организации, комплексно взаимосвязанное с набором личных потребностей и мотивов поведения коллектива и каждого конкретного работника. Понимание, лояльность и вовлечение работников в формирование, и достижение организационных целей позволяет спроектировать такие мотивационные системы, которые позволят существенно повысить качество управления человеческими ресурсами организации и соответственно эффективность хозяйственной деятельности. Формирование индивидуальной и коллективной ответственности сотрудников организации за результативность труда является весомым фактором в мотивационных системах. Связь результативности труда и мотивационного вознаграждения способствует реальности мотивационной системы, прозрачности при распределении благ, а также формирует нематериальные инструменты стимулирования трудовой деятельности.

Мотивационный профиль сотрудников должен содержать в себе волевые комплексные характеристики сотрудника, которые отражают перспективное видение своей трудовой деятельности в организации. Индивидуальные мотивационные профили позволяют вывести на качественно новый уровень взаимоотношения в трудовом коллективе и конкретно персонала организации с руководством. Аттестационная оценка персонала при проектировании перспективных организационных целей позволяет построить качественный

мотивационный профиль сотрудника и выявить не только необходимые профессиональные компетенции, в соответствии с профилем должности, но и позволяет выявить факторы формирования благоприятного социально-психологического климата, которые существенно влияет на результативность труда персонала организаций.

В современных системах управления человеческими ресурсами возникает проблема постоянного мониторинга и контрольных замеров в изменяющемся наборе потребностей сотрудников организации. Изменение в мотивационных характеристиках сотрудников вызваны нестабильностью внешней среды деятельности организационно-правового формирования, что существенно влияет на результативность труда и ключевые показатели управления трудовыми ресурсами организации. При проектировании систем мотивации персонала в организации, необходимо не только выявлять существующие потребности сотрудников, но и способствовать формированию новых, которые соответствуют стратегическим целям деятельности организации. При расширении и трансформации организационных целей, эффективное управление человеческими ресурсами предполагает выявление новых потребностей сотрудников, удовлетворение которых, обеспечит эффективность профессиональной деятельности.

Представим основные направления формирования и развития эффективной системы мотивации персонала в современных организациях на рисунке 1.

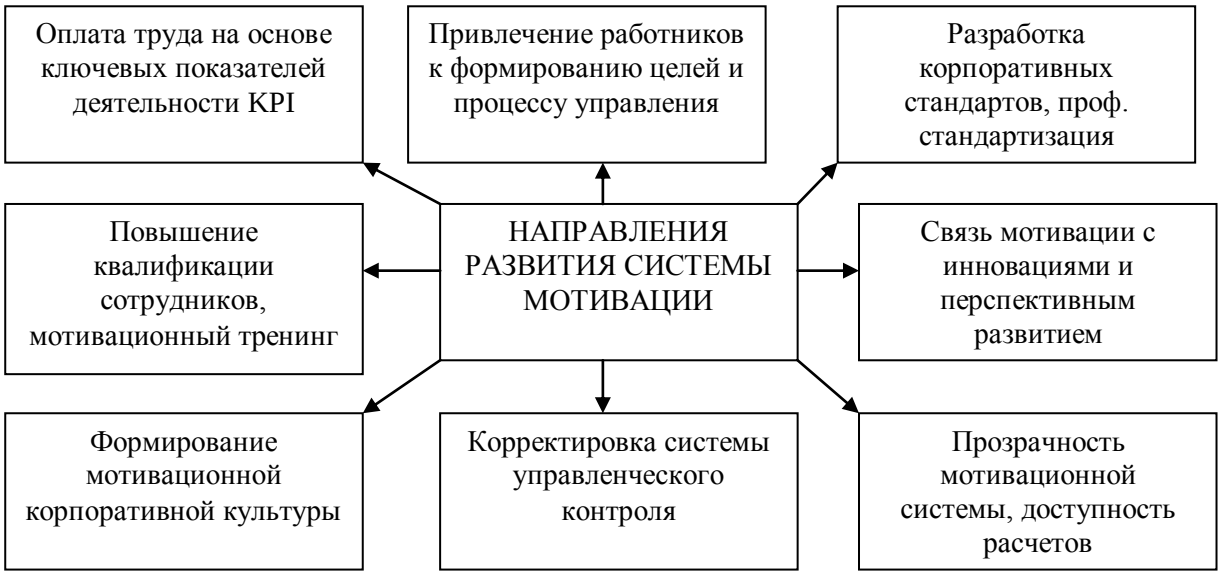


Рисунок 1 – Основные направления развития системы мотивации персонала в условиях конкурентоспособности организации

Представленные направления развития и обеспечения эффективности мотивационной системы в организации были формализованы на основании исследования мотивационной направленности сотрудников организаций и позволят учесть большую часть потребностей персонала и обеспечить получения желаемого блага, которое лежат в основе труда каждого сотрудника.

Эффективная система материального стимулирования персонала должна способствовать формированию комплексной вовлеченности персонала организации в достижение организационных целей, формировать желание принимать участие в процессе выработки, принятия и реализации организационных управленческих решений, а также способствовать построению долгосрочной карьерной траектории сотрудника внутри организации. Система оплаты труда на основе ключевых показателей KPI является эффективным инструментом материального стимулирования, который позволяет увидеть личный вклад каждого конкретного работника в достижение организационных целей и результативность профессиональной деятельности.

Формирование системы вознаграждения на базе KPI состоит из постоянной части, формирующей вознаграждение и переменной. Постоянную часть заработной платы предлагается оставить прежней, исключив премии и доплаты, а переменную часть необходимо рассчитывать в соответствии с результативностью показателей KPI. Реализация данной системы предполагает установление своих переменных показателей для каждой должности, и рассчитать удельный вес каждого показателя в общей сумме. Необходимо определить четкое значение каждого показателя для того, чтобы любой сотрудник мог оценить результаты своей деятельности и соотнести их с суммой итогового материального вознаграждения. Важным аспектом является то, что показатели должны быть реальными и достижимыми в соотношении с целями организации, которая является стимулом для мотивированного работника.

В системе нематериального стимулирования сотрудников важным аспектом является привлечение сотрудников к выработке организационных целей. В современных организациях наблюдается ситуация, когда сотрудник не имеет отношение к формированию целевой направленности деятельности предприятия, что существенно влияет на внутреннее состояние работника и формирование отсутствия вовлеченности в рабочий процесс, снижает результативность организации в целом. Стандартная процедура проведения мозгового штурма, открытых собраний, диалоговых встреч позволит расширить сферу влияния сотрудников и позволит выработать своевременное корректирующее воздействие при решении организационных задач.

Внедрение системы корпоративных стандартов позволит установить систему правил с целью регламентации и упорядочивания деятельности организации, при условии внесения ясности и формирования необходимой модели поведения сотрудников и управленческого персонала. Стандарты профессиональной деятельности создают систему правил, выполнение которых гарантирует успешную результативность трудовой функции.

Стандарты для руководства являются управленческим инструментом, который формирует прозрачность менеджмента, обеспечивает эффективную функциональную координацию трудовой деятельности, устанавливает понятные и четкие требования и сроки решений, во взаимосвязи с результатами и целями организации.

Система повышения квалификации и приобретение сотрудниками новых профессиональных компетенций позволяет обеспечить развитие персонала и отражает совокупность организационных мероприятий и способствует росту профессионального мастерства сотрудников, стимулирует развитие творческого подхода, а также совершенствует инструменты достижения поставленных целей через совершенствование профессионализма сотрудников, следовательно, повышает стоимость организации на внешнем рынке и обеспечивает ее конкурентоспособность.

Корпоративная культура в системе управления трудовой деятельностью персонала, играет важную роль, особенно при сохранении конкурентоспособности организации и дальнейшем развитии. Эффективная корпоративная культура способствует максимальной реализации потенциала каждого сотрудника, и обеспечивает развитие, как работника, так и всего коллектива в целом. Эффективная корпоративная культура предполагает достижение целей организации сотрудником, как своих собственных. Формирование современного типа корпоративной культуры ориентируется на запросы потребителей и потребности персонала.

Персонал стремится удовлетворить свои потребности любым доступным способом, а корпоративная культура позволяет выбрать направления удовлетворения с наилучшим качеством, как для сотрудника, так и для организации в целом. Системность при проведении корпоративных мероприятий, является эффективным инструментом нематериальной мотивации персонала. Корпоративные мероприятия формируют благоприятный имидж работодателя во внутренней и внешней средах и позволяют работнику ассоциировать труд не только с выполнением трудовой функции, но и с приятным времяпрепровождением.

Современные системы управления персонала диктуют новые парадигмы в области построения мотивационной системы. Цивилизованные и качественно выстроенные системы

управления человеческими ресурсами переходят к индивидуальным мотивационным рычагам, таким как самомотивация, самоконтроль и связь результативности труда и мотивационного вознаграждения.

В исследуемых организациях эффективно используются методы нематериального стимулирования, такие как, признание заслуг сотрудников через награждения, вручение грамот, размещение фото на доске почета и другие. Нами предлагается продолжать сложившуюся практику и продолжать широкое распространение информации о достижениях сотрудников и их вкладе в достижение целей и общую организационную результативность.

Проведение мотивационного тренинга среди персонала организации является конкретным направлением по формированию и развитию системы стимулирования сотрудников. Основные составляющие мотивационного тренинга приведены на рисунке 2.

Рисунок 2 – Результативные составляющие мотивационного тренинга для сотрудников организации

Проведение занятий, направленных на формирование устойчивого мотива к успешной деятельности и высокую результативность позволит освоить навыки самоанализа, выявления собственных скрытых ресурсов с учетом оптимальной жизненной и трудовой стратегии. Занятия по оценке адекватности достижения поставленных целей позволяют персоналу выработать индивидуальную траекторию нахождения эффективных путей реализации целей и понимать реальную вероятность наступления той или иной ситуации.

Проведение мотивационных тренингов среди персонала организации позволит выработать навыки самоорганизации и планирования, при выполнении рабочих заданий, а также увидеть будущее развитие производственной ситуации с оценкой рисков внутреннего и внешнего характера. Проведение тренинга позволяет выделить собственную ценность среди профессиональной и бытовой жизни коллектива и организации. Мотивационный тренинг будет способствовать четкому пониманию того, что в конечном результате

деятельности организации есть доля вклада сотрудника, которая имеет качественную и количественную характеристику. Формирование критериев собственного успеха и причин неудач, позволит сотрудникам направить свои силы на поиск внутренних ресурсов и выявление на данный момент необходимых знаний, навыков и профессиональных компетенций, обретение которых позволит им приблизиться к достижению мотивационной цели.

Групповые упражнения, направленные на поиск неэффективных стратегий, которые действуют в организации, позволят коллективно прийти к решению проблем и выработать эффективные управленческие решения, которые позволят достичь поставленных организационных целей. Важным направлением мотивационного тренинга является создание благоприятных трудовых условий деятельности, которые позволят сформировать благоприятный этико-психологический и морально-этический климат в коллективе.

Важным направлением тренинга является освоение методики адекватного реагирования на неудачи в профессиональной деятельности, причем подученные инструменты позволят четко формализовать причины неудач и выработать направления по их устранению. Приобретение навыков разделения причин неудач на объективные и личные, позволит выстроить дальнейшую траекторию развития компетенций, необходимых для предотвращения неудач в будущем.

Проведение тренинга не предполагает только выполнение упражнений по формированию необходимой модели мотивационного поведения сотрудников, предполагается групповое решение ситуационных задач, а также будут проведены показательные мастер-классы по командообразованию, сплочению коллектива и формированию коллективной ответственности по итогам результатов практик. Проведение тренинга предполагает выполнение домашних заданий и систематическое ведение мотивационного дневника, который наглядно позволит увидеть те изменения, которые будут происходить с участником группы. Предполагается, что дневники в дальнейшем позволят участникам тренинга закрепить и развить мотивационные навыки, которые будут заложены во время проведения тренинга.

Для проведения тренинга предполагается привлечение специалиста по управлению персоналом, так как в организации отсутствует такой специалист. Предприятие является прибыльным и затраты, которые организация понесет при проведении тренинга не являются критичными в общей сумме распределения дохода, однако эффективность предложенных направлений позволит построить полноценную мотивационную траекторию каждого сотрудника и вывести систему стимулирования персонала на профессиональный уровень. Сотрудники организации будут четко понимать, за что формируется переменная часть заработной платы и какие необходимо приложить усилия и реализовать какие компетенции для увеличения собственного дохода.

Проведение тренинга позволит сформировать факторы роста и развития каждого конкретного сотрудника и будут развиваться такие качества, как: самостоятельность, ответственность за результаты труда, которые присущи только сотрудникам с эффективной мотивацией трудовой деятельности.

Проведение занятий с участниками тренинга рассчитано на обеспечение достижения цели организации, однако, рекомендуется скорректировать организационную цель при помощи коллективного мозгового штурма. Перед началом тренинга необходимо провести входные исследования в виде оценки для выявления качества и набора профессиональных компетенций.

Начальной точкой построения мотивационной системы является генерирование стратегической цели, далее рекомендуется проведение оценки персонала, после чего происходит корректировка системы оплаты труда с учетом исследования потребностей. Так как рекомендуется система оплаты труда на основе KPI, то далее формируются оценочные ключевые компетенции.

Доведение до сотрудников перечня компетенций и формирование прозрачности

формирования переменной части заработной платы позволит самостоятельно сотрудникам увидеть личный набор компетенций, за реализацию которых они будут получать вознаграждение. После всех вышеперечисленных действий рекомендуется проведение мотивационного тренинга, по итогам которого происходит запуск мотивационной траектории во взаимосвязи с выработанной целью организации. Представим наглядно последовательность этапов формирования эффективной мотивационной системы в организации на рисунке 3.

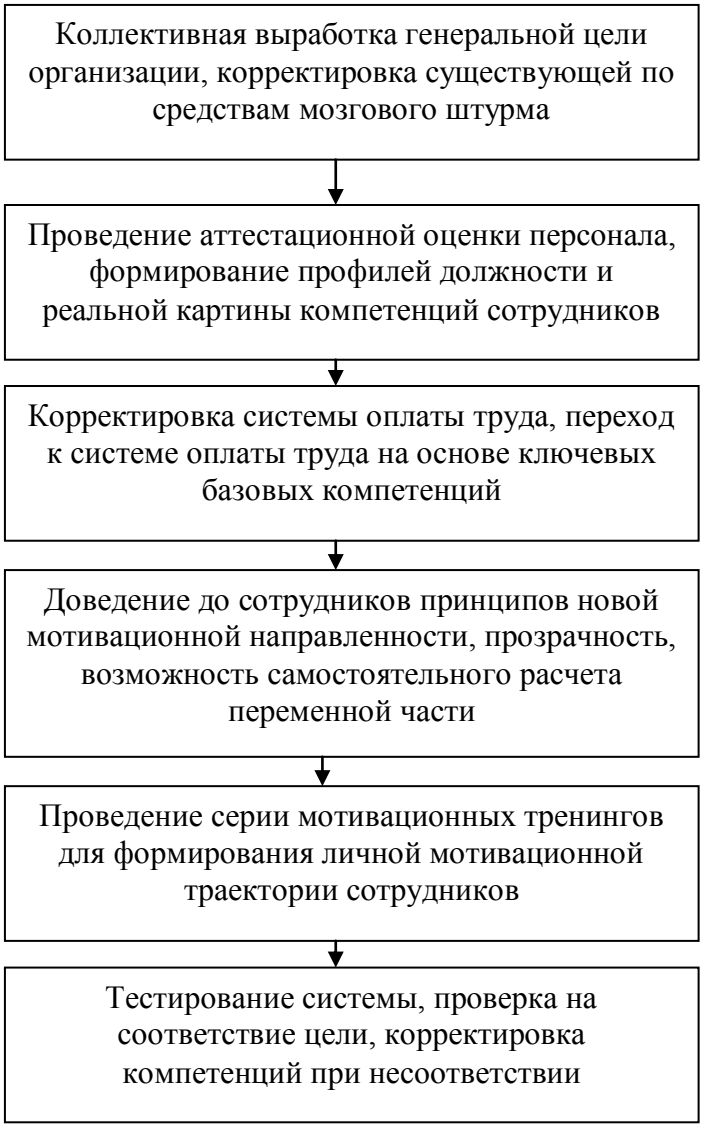


Рисунок 3 – Последовательность действий формирования и развития эффективной системы мотивации трудовой деятельности персонала

Важным аспектом, при формировании эффективной мотивационной системы в организации, является принятие данного процесса всеми участниками. Проведение бесед и доведение до сотрудников полезности и эффективности данных мероприятий позволит повысить лояльность персонала к организационным целям и выработать комплекс совместных действий по достижению поставленных целей организации.

Представленные направления по формированию и развитию мотивационной системы в организации позволят повысить эффективность всей деятельности по управлению человеческими ресурсами, так как мотивация функционирует во взаимосвязи со всеми ключевыми элементами системы управления персоналом и позволяет сохранить и повысить конкурентоспособность организации и увеличить ее стоимость.

Выводы. Создание эффективной мотивационной системы в организации является сложным и многоаспектным процессом, так как затрагивает все элементы системы управления персоналом. Не смотря на множество мотивационных теорий и сложившихся мотивационных концепций, необходимо отметить, что универсального мотивационного механизма не существует. В каждой конкретной организации, на основании исследования трудового поведения и совокупности мотивационных потребностей персонала, необходимо выстраивать индивидуальную и особенную мотивационную стратегию, которая позволит активизировать трудовой потенциал сотрудников внутри организации и направить трудовую энергию в необходимое руководству и организации направление развития.

Эффективная мотивационная система в организации должна соответствовать стратегии деятельности всей организации. Успешность мотивационной организационной стратегии проявляется тогда, когда личные цели трудовой деятельности персонала соответствуют целевой направленности всей организации. Синергетический мотивационный эффект лежит в основе системы управления персоналом, так как мотивацию невозможно рассматривать обособлено, без взаимосвязи со всеми остальными функциональными элементами управления человеческими ресурсами.

Для современных организаций сложилась ситуация, когда менеджмент организаций ставит свои интересы в приоритетном отношении по сравнению с интересами сотрудников, что является недопустимым, при проектировании эффективной мотивационной стратегии и кадровой политики. В основе эффективной мотивационной стратегии должна лежать прозрачность, доверие и лояльность сотрудников, как к организационным целям, таки к руководству предприятия. Если целью мотивационной стратегии является удовлетворение интересов руководства, то эффективность использования персонала имеет крайне низкую эффективность. Сотрудники организации должны понимать свой вклад в конечный результат деятельности организации и видеть прямую связь трудовой активности и размера вознаграждения. В условиях оттока кадров, и при ощутимом кадровом голоде на рынке труда, руководители и специалисты по управлению персоналом должны уделять повышенное внимание мотивационной стратегии, так как при высокой текучести, затраты на подбор, адаптацию и введение персонала в новую должность могут негативно отразиться на общем финансовом состоянии организации. Эффективная мотивационная система должна удержать высококвалифицированный персонал и минимизировать риски простоя рабочего места и профессионального труда.

Список использованной литературы:

1. *Аргашокова О. И.* Проблемы управления мотивацией персонала // Социально-гуманитарные технологии. 2020. № 4 (16). С. 23-31. URL: https://ies.unitech-mo.ru/files/upload/publications/23173/7667d13fe84ff4fad9f497be6ecf52e9.pdf (дата обращения: 15.11.2023).
2. *Балаев В. А., Гридчин В. С., Чаплыгин Н. А.* Мотивация персонала. Современные подходы в мотивации персонала // Молодой исследователь: вызовы и перспективы: сборник статей по материалам CLX международной научно-практической конференции. М., 2020. С. 267-271.
3. *Басюк А. С., Якименко А. Д., Клаус Л. В.* Мотивация как механизм эффективного управления персоналом // Социально-экономические и гуманитарные науки: сборник избранных статей по материалам Международной научной конференции. СПб., 2020. С. 100-103.
4. *Нестеренко И. Е., Надина К. А.* Мотивация в современной практике управления персоналом // Наука, творчество, инновации: сборник научных трудов ученых, преподавателей, магистрантов, студентов и практических работников. Краснодар, 2020. С. 104-108.
5. *Скоробогатова В. В., Бакуридзе Н. С.* Мотивация и стимулирование персонала в трудовой деятельности // Вестник КГМТУ. 2021. № 1. С. 234-244.

6. *Спарнюк Е. В., Бровкина В. С., Киеня Е. А.* Методы и способы мотивация труда персонала организации // Менеджмент и маркетинг: опыт и проблемы: сборник научных трудов. Мн., 2020. С. 184-187. URL: http://edoc.bseu.by:8080/handle/edoc/85271 (дата обращения: 11.11.2023).
7. *Никитина К. А., Кондратюк А. В.* Роль мотивации в практике управления персоналом // Инновационные технологии управления: сборник статей по материалам VII Всероссийской научно-практической конференции. Нижний Новгород, 2020. С. 51-53.
8. *Окнянская А. А.* Роль мотивации в системе управления персоналом в современных условиях // Форум. Серия: Гуманитарные и экономические науки. 2021. № 2 (22). С. 156-163.
9. *Соломанидина Т. О., Соломанидин В. Г.* Мотивация и стимулирование трудовой деятельности. М.: Юрайт, 2020. 323 с. URL: https://urait.ru/book/motivaciya-i-stimulirovanie-trudovoy-deyatelnosti-511009 (дата обращения: 11.11.2023).
10. *Chulanova O.L., Ryngach O.L., Vinichenko M.V. et al.* Increase Of Staff Loyalty By Improving The Motivation (Stimulation) System In Enterprises Oil And Gas Complex Of The Khanty-Mansiy Autonomous District-Ugra // Modern Journal of Language Teaching Methods. 2018. Vol. 8. № 8. P. 39-47.
11. *Rahman M.S., Mannan M., Hossain Md A. et al.* Tacit knowledge-sharing behavior among the academic staff: Trust, self-efficacy, motivationand Big Five personality traits embedded model // International Journal of Educational Management. 2018. Vol. 32. № 5. P. 761-782. URL: https://www.researchgate.net/publication/324730203_Tacit_knowledge-sharing_behavior_ among_the_academic_staff_Trust_self-efficacy_motivation_and_Big_Five_personality_ traits_embedded _model (дата обращения: 11.11.2023).
12. *Sabbagha M. de S., Ledimo O., Martins N.* Predicting staff retention from employee motivation and job satisfaction // Journal of Psychology in Africa. 2018. Vol. 28. № 2. P. 136-140. URL: https://www.researchgate.net/publication/325138535_Predicting_staff_retention_ from_employee_motivation_and_job_satisfaction (дата обращения: 12.11.2023).
13. *Manuel Ramon-Jeronimo J., Florez-Lopez R., Dominguez-Lario N.* Usefulness of the budget and the balanced scorecard in managing Primary Care Centres. Impact on staff motivation // Atencion Primaria. 2018. Vol. 50. № 3. P. 166-175. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov /28511791/ (дата обращения: 12.11.2023).

References:

1. Argashokova O. I. Problemy upravleniya motivatsiyey personala [Problems of personnel motivation management]. *Sotsial'no-gumanitarnyye tekhnologii* [Social and Humanitarian Technologies], 2020, no. 4 (16), pp. 23-31. (In Russian). Available at: https://ies.unitech-mo.ru/files/upload/publications/23173/7667d13fe84ff4fad9f497be6ecf52e9.pdf (accessed 15.11.2023).
2. Balayev V. A., Gridchin V. S., Chaplygin N. A. Motivatsiya personala. Sovremennyye podkhody v motivatsii personala [Personnel motivation. Modern approaches to personnel motivation]. *Sbornik statey po materialam 160 mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Molodoy issledovatel': vyzovy i perspektivy»* [Collection of articles based on the materials of the 160th International scientific and practical conference “Young Researcher: Challenges and Prospects”]. Moscow, 2020, pp. 267-271. (In Russian).
3. Basyuk A. S., Yakimenko A. D., Klaus L. V. Motivatsiya, kak mekhanizm effektivnogo upravleniya personalom [Motivation as a mechanism for effective personnel management]. *Sbornik izbrannykh statey po materialam Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Sotsial'no-ekonomicheskiye i gumanitarnyye nauki»* [Collection of selected articles based on the materials of the International Scientific Conference «Socio-economic and Humanities»]. St. Petersburg, 2020, pp. 100-103. (In Russian).
4. Nesterenko I. Ye., Nadina K. A. Motivatsiya v sovremennoy praktike upravleniya personalom [Motivation in modern practice of personnel management]. *Sbornik nauchnykh trudov*

uchenykh, prepodavateley, magistrantov, studentov i prakticheskikh rabotnikov «Nauka, tvorchestvo, innovatsii» [Collection of scientific works of scientists, teachers, undergraduates, students and practical workers "Science, Creativity, Innovation"]. Krasnodar, 2020, pp. 104-108. (In Russian).

5. Skorobogatova V. V., Bakuridze N. S. Motivatsiya i stimulirovaniye personala v trudovoy deyatel'nosti [Motivation and stimulation of personnel in labor activity]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2021, no. 1, pp. 234-244. (In Russian).
6. Sparnyuk Ye.V., Brovkina V. S., Kiyenya Ye. A. Metody i sposoby motivatsiya truda personala organizatsii [Methods and methods of motivating the work of organization personnel]. *Sbornik nauchnykh trudov «Menedzhment i marketing: opyt i problem»* [Collection of scientific works "Management and Marketing: Experience and Problems"]. Minsk, 2020, pp. 184-187. (In Russian). Available at: http://edoc.bseu.by:8080/handle/edoc/85271 (accessed 11.11.2023).
7. Nikitina K. A., Kondratyuk A. V. Rol' motivatsii v praktike upravleniya personalom [The role of motivation in the practice of personnel management]. *Sbornik statey po materialam 7 Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsionnyye tekhnologii upravleniya»* [Collection of articles based on the materials of the 7th All-Russian Scientific and Practical Conference "Innovative Management Technologies"]. Nizhniy Novgorod, 2020, pp. 51-53. (In Russian).
8. Oknyanskaya A. A. Rol' motivatsii v sisteme upravleniya personalom v sovremennykh usloviyakh [The role of motivation in the personnel management system in modern conditions]. *Forum. Seriya: Gumanitarnyye i ekonomicheskiye nauki* [Forum. Series: Humanities and Economics], 2021, no. 2 (22), pp. 156-163. (In Russian).
9. Solomanidina T. O., Solomanidin V. G. *Motivatsiya i stimulirovaniye trudovoy deyatel'nosti* [Motivation and stimulation of labor activity]. Moscow, Yurayt Publ., 2020, 323 p. (In Russian). Available at: https://urait.ru/book/motivaciya-i-stimulirovanie-trudovoy-deyatelnosti-511009 (accessed 11.11.2023).
10. Chulanova O.L., Ryngach O.L., Vinichenko M.V. et al. Increase Of Staff Loyalty By Improving The Motivation (Stimulation) System In Enterprises Oil And Gas Complex Of The Khanty-Mansiy Autonomous District-Ugra. *Modern Journal of Language Teaching Methods*, 2018, vol. 8, no. 8, pp. 39-47. (In English).
11. Rahman M.S., Mannan M., Hossain Md A. et al. Tacit knowledge-sharing behavior among the academic staff: Trust, self-efficacy, motivationand Big Five personality traits embedded model. *International Journal of Educational Management*, 2018, vol. 32, no. 5, pp. 761-782. (In English). Available at: https://www.researchgate.net/publication/324730203_Tacit_knowledge-sharing_behavior_among_the_academic_staff_Trust_selfefficacy_motivation_and_Big_Five_personality_traits_embedded _model (accessed 11.11.2023).
12. Sabbagha M. De S., Ledimo O., Martins N. Predicting staff retention from employee motivation and job satisfaction. *Journal of Psychology in Africa*, 2018, vol. 28, no. 2, pp. 136-140. (In English). Available at: https://www.researchgate.net/publication/325138535 _Predicting_staff_retention_from_employee_motivation_and_job_satisfaction (accessed 12.11.2023).
13. Manuel Ramon-Jeronimo J., Florez-Lopez R., Dominguez-Lario N. Usefulness of the budget and the balanced scorecard in managing Primary Care Centres. Impact on staff motivation. *Atencion Primaria*, 2018, vol. 50, no. 3, pp. 166-175. (In English). Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov /28511791/ (accessed 12.11.2023).

Сведения об авторах / Information about authors

Острик Владимир Юрьевич	канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры управления персоналом Институт экономики и управления Крымского аграрного университета им. В.И. Вернадского

	295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4 ostrik-work@rambler.ru
Ostrik Vladimir Yurievich	Ph.D. (Econ.), Associate Professor of personnel management department Institute of economics and management of V.I. Vernadsky Crimean Federal University 295015, Republic of Crimea, Simferopol, Sevastopolskaya str., 21/4 ostrik-work@rambler.ru
Якушев Александр Александрович	канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры управления персоналом Институт экономики и управления Крымского аграрного университета им. В.И. Вернадского 295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4 crimeatorg@rambler.ru
Yakushev Alexander Alexandrovich	Ph.D. (Econ.), Associate professor of personnel management department Institute of economics and management of V.I. Vernadsky Crimean Federal University 295015, Republic of Crimea, Simferopol, Sevastopolskaya str., 21/4 crimeatorg@rambler.ru
Понамаренко Анастасия Андреевна	магистрант кафедры управления персоналом Институт экономики и управления Крымского аграрного университета им. В.И. Вернадского 295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4 nastya.ponamarenko@mail.ru
Ponamarenko Anastasia Andreevna	post-graduate of personnel management department Institute of economics and management of V.I. Vernadsky Crimean Federal University 295015, Republic of Crimea, Simferopol, Sevastopolskaya str., 21/4 nastya.ponamarenko@mail.ru

УДК 657.1 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.029**

Рысина В.А., Скоробогатова В.В.

ЦИФРОВОЙ БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ: ПОНЯТИЕ И ЕГО ЭВОЛЮЦИЯ

Аннотация. В статье исследована сущность понятия «цифровой учет», отражены его исторические аспекты в контекстной взаимосвязи и взаимообусловленности бухгалтерского учета, информационных технологий, всемирной сети Интернет, электронной коммерции и т. д. Сформулирована авторская трактовка понятия «цифровой бухгалтерский учет». Изучены вопросы трассформации бухгалтерского учета в условиях цифровизации. Систематезированы возникающие преимущества и расходы организации, связанные с организацией и внедрением субъектами хозяйствования цифрового учета по сравнению с традиционным бухгалтерским учетом. Сформулированы основные аспекты влияния цифровизации и интернета на организацию и ведение бухгалтерского учета в современных уловиях. Раскрыты особенности применения информационных и сетевых технологий в бухгалтерском учете на примере организации учета цикла доходов. Рассмотрен механизм «тройной» бухгалтерии. Определены основные тенденции дальнейшего развития цифровизации бухгалтерского учета.
Ключевые слова: цифровой учет, цифровизация, трансформация, цифровые технологии.

Rysina V.A., Skorobogatova V.V.

DIGITAL ACCOUNTING: THE CONCEPT AND ITS EVOLUTION

Abstract. The article examines the essence of the concept of «digital accounting», reflects its historical aspects in the contextual relationship and interdependence of accounting, information technology, the worldwide Internet, e-commerce, etc. The author's interpretation of the concept of «digital accounting» is formulated. The issues of accounting transformation in the context of digitalization are studied. The emerging advantages and costs of the organization associated with the organization and implementation of digital accounting by business entities in comparison with traditional accounting are systematized. The main aspects of the impact of digitalization and the Internet on the organization and management of accounting in modern technologies are formulated. The features of the application of information and network technologies in accounting are revealed on the example of the organization of accounting for the income cycle. The mechanism of «triple» accounting is considered. The main trends in the further development of digitalization of accounting have been identified.
Keywords: digital accounting, digitalization, transformation, digital technologies.

Введение. Цифровизация общества и экономики обусловлена соответствующим уровнем развития информационных систем и информационных технологий, а также возможностями, предоставляемыми сложившейся глобальной информационной средой. Бухгалтерский учет и специализировнные информационные технологии стали взаимосвязаными и взаимозависимыми со времен применения табличных машин. Появление Интернета и электронной коммерции не только продолжили, но значительно ускорили эту тенденцию. Достижения Индустрии 4.0 поражают, однако, следует ожидать еще более существенных изменений, поскольку прогресс в этой области уже не остановить. Под влиянием современных трансформаций бизнес-процессов и развития цифровых технологий в учетной теории и практике происходят динамичные изменения.

На сегодняшний день основными трендами цифровизации бухгалтерского учета можно считать: трансформацию технологоий получения, обработки и хранения учетных данных, а также изменения методики систиматизации и обобщения информационных баз учета.

Логическим атрибутом и следствием цифровизации экономики стало появление такого явления, а, соответственно, и понятия как цифровой учет, сущность и значение которого

требуют особого рассмотрения. Влияние цифровизации позволяет говорить о том, что координально изменяется механизм формирования и способы обработки учетных данных, а также совершенствуется система показателей как финансовой, так и нефинансовой отчетности.

Цель исследования заключается в освещении состояния, особенностей и перспектив развития учета в условиях цифровизации экономики и актуализация разработки новой цифровой учетной парадигмы.

Материалы и методы исследования. За последние годы тема исследования, связанная с цифровизацией общества и внедрения цифровых технологий в экономику, стала достатачно популярной в российских научных кругах [1]. Вопросы преобразования бухгалтерского учета в условиях применения цифровых технологий и цифровой трансформации отраслей экономики в РФ исследуются в научных работах: Варламовой Д.В. [2], Булыги Р.П. [3], Гузова Ю.Н. [4], Егоровой С.Е. [5], Узденовой Ф.М. [6], Карповой Т.П. [7], Логуновой Н.А. [8], Скоробогатовой В.В. [8], Рысиной В.А. [9] и др.

Однако, учитывая значимость цифровизации для последующей эволюции и важности концептуального развития методологии бухгалтерского учета, крайне актуальны новые исследования в этой области, которые в дальнейшем нуждаются в разработке, ведь значительное количество обозначенных проблем является предметом научных дискуссий и остаются нерешенными.

Для оценки тенденций развития современного учета в условиях цифровых трансформаций общественного и экономического развития в ходе проведения данного научного исследования был использован следующий методический инструментарий: методы наблюдения и сравнения, обобщения, аналогии, абстрагирования; а также системный подход к идентификации методологических проблем интеграции бухгалтерского учета в систему интеллектуального управления бизнесом

Результаты исследования и их обсуждение. Расширение информационного потенциала экономического пространства обуславливает развитие теории и усовершенствование практики ведения бухгалтерского учета. Функциональные технические возможности учетного процесса сбора и обработки данных, более совершенный электронный документооборот, появление новых объектов учета (цифровых активов), использование в учете нефинансовой информации, информационно-коммуникационных технологий, повышение уровня информационной безопасности составляют совокупность тенденций и факторов развития учета в условиях цифровой экономики, которая, в свою очередь, начинает существенно влиять на методологию, принципы и процедуры бухгалтерского учета.

Конкретной трактовки понятия «цифровой учет» сегодня не существует, как и понятия «цифровая экономика». По мнению авторов, под цифровым учетом можно понимать так называемый «электронный учет», то есть отражение учетной информации в электронном формате для последующей цифровой обработки, систематизации, обобщения, передачи и хранения с использованием современных цифровых технологий.

Эволюция цифрового учета происходила, прежде всего, благодаря развитию автоматизированных информационных систем, цифровых технологий, Интернета, а также электронного бизнеса.

В конце 1950-х – начале 1960-х бухгалтерская и финансовая информация благодаря своей повторяемости и большому объему стала главным кандидатом на автоматизацию. В мировой практике первоначальные инвестиции в информационные технологии, хотя этот термин на тот момент еще не был изобретен, контролировались, прежде всего, бухгалтерским и финансовым управлением. Механизация обработки учетной и финансовой информации расширила полномочия главных бухгалтеров и финансовых директоров благодаря возможности принимать более обоснованные оперативные и стратегические решения, в том числе, в сфере финансовых инвестиций. Последующая автоматизация обработки бухгалтерских и финансовых данных приобрела необратимый характер.

Сближение между бухгалтерским учетом и электронной коммерцией прослеживается уже несколько десятков лет. Началом цифрового обмена учетными данными между торговыми компаниями послужило появление и развитие электронного обмена данными и электронного перевода средств. Возникновение и распространение Интернета и электронной коммерции/электронного бизнеса значительно ускорили эволюционные изменения. Они предлагали изменение внутренних и межсубъектных бизнес-процессов. Такие элементы деятельности предприятия как коммуникационная инфраструктура, бизнес-процессы, доставка продуктов и услуг, управленческая философия и организационная структура также претерпевают изменения через влияние Интернета.

Развитие е-революции привело к беспрецедентным изменениям (искусственный интеллект, роботы, чатботы): «По оценкам McKinsey Global Institute по сравнению с промышленной революцией конца 18-го и начала 19-го веков сдвиги в деятельности общества под влиянием искусственного интеллекта (АИ) происходят в десять раз быстрее и в 300 раз сильнее. Это означает примерно в 3000 раз более мощное влияние» [10].

Первоначальные прогнозы вокруг этих новых технологий сменились более реалистичной оценкой баланса связанных с ними затрат и выгод. На основании аналитических исследований, представленных на TAdviser, были систематезированы понесенные организацией расходы и получаемые преимущества, связанные с внедрением цифрового учета по сравнению с традиционным бухгалтерским учетом (рис. 1) [11]. Возникающие будущие экономические выгоды от организации и ведения цифрового бухгалтерского учета, как правило, покрывают понесенные компанией расходы на переподготовку бухгалтеров, вредрение цифровых технологий, покупку или модернизацию технических средств.

Рисунок 1 – Расходы организации и возникающие преимущества внедрения цифрового учета

Появление новых цифровых технологий, современных технических средств и программных продуктов привели к массовому использованию Интернета, как на уровне субъектов хозяйствования, так и на уровне государства. На сегодняшний день благодаря

интернету и распростанению информации через него формируется цифровое пространство, которое применяется в социально-экономической жизни общества. Потенциал интернет-приложений является огромным и многообещающим, едва сдерживаемым ограничениями по пропускной способности каналов телекоммуникации. Дополнительные новые возможности ведения учета возникли в связи с распространением компактных цифровых устройств (нетбуков, планшетов, смартфонов) и соответствующих мобильных приложений для них. Это существенно изменяет управленческую парадигму и позволяет решать практически любые бизнес-задачи вне офиса в режиме реального времени.

Использование интернета также привело к появлению электронного бизнеса, который на сегодняшний день является одним из наиболее эффективных и перспективных вариантов ведения бизнеса, ведь он способствует решению ряда вопросов, как: социального дистанцирования, территориального размещения, гибкости рабочего графика и т. д. В то же время особенностью этого бизнеса является возможность свободно зарабатывать, уклоняясь от налогов. Государство же должно обеспечить условия для формирования должного правового поля и неотвратимость налоговых последствий для интернет-торговли [11].

В условиях роста бизнеса, работающего в цифровой среде, все его сферы, включая бухгалтерский учет и финансы, требуют переоценки и перестройки. Использование Интернета в учетных целях описывается в литературе разными терминами: например, финансовая электронная коммерция, электронное финансирование и электронный учет. Эта терминологическая «неопределенность» очень распространена в электронной коммерции.

Кратко влияние цифровизации и интернета на организацию и ведение бухгалтерского учета, можно представить следующим образом:

1. Интернет – информационно-коммуникационный посредник, применяемый, прежде всего, для обмена учетными данными;

2. Интернет – учетно-финансовый инструмент, благодаря которому осуществляется купля-продажи товаров, работ и услуг;

3. Использование сетей Интернета и информации цифрового пространства с целью модернизации учетных, финансовых и аналитических процессов.

Особого внимания в изучаемом контексте заслуживает дистанционное предоставление услуг в сфере бухгалтерского учета специализированными аутсорсинговыми компаниями. Процесс аутсорсинга учетных функций в России сегодня автоматизирован благодаря использованию удаленного доступа, облачных технологий и различных онлайн-бухгалтерий [9]. Большинство услуг электронного учета предлагаются как SaaS-услуги (программное обеспечение как услуга).

Развитие информационных и сетевых технологий коснулось практически всех сфер бухгалтерского учета [12, 13]. Рассмотрим, к примеру, цикл доходов. Заказы на продажу могут поступать в интернет через витрины EDI, B2B или B2C, приложения для управления взаимоотношениями с клиентами или автоматизированную службу продаж. В ситуациях, когда у покупателя недостаточно средств на осуществление покупки интересующих его товаров и ему необходимо получить кредит, онлайн веб-сервисы банков по кредитным услугам предложат автоматизировать весь процесс кредитования данной сделки. Использование роботов и цифровых технологий в системах управления складским хозяйством компаний позволяют практически полностью автоматизировать процесс комплектации заказов на складах. За процессом отгрузки можно следить через специальные сайты или приложения. Благодаря он-лайн выставлению счетов покупателям и он-лайн оплате цифровизируется процесс учета расчетов с дебиторами. Помимо традиционных способов оплаты используются «цифровые» финансовые активы, например, криптовалюта и токены блокчейна.

По мнению Сухарева И.Р. цифровые технологии будут менять классическую двойную запись таким образом, что у бухгалтера появится возможность отразить разнообразные количествено измеримые показатели деятельности предприятия в различных направлениях. Появляется понятие так называемоей «тройной» бухгалтерии, которую можно представить в

следующем виде: классические статические понятия «Дебет», «Кредит» и новый динамический счет («Требит»). На данном счете рекомендуется отражать влияние факта хозяйственной деятельности на изменяющийся (динамический) показатель, одновременно при этом составляя проводку по статическим счетам.

Статистические счета применяются для отражения на конкретную дату ресурсов и обязательств в показателях отчетов формата XBRL с маркером «instant», динамические – для отражения за установленный период движения ресурсов, изменений в денежных средствах, капитале в показателях отчетов формата XBRL с маркером «duration». Подобное решение позволит создать динамическое равновесие по аналогии с балансовым равенством активов и пассивов [14]. Данные, подтвержденные первичным учетом, с дебета и кредита динамических счетов одновременно проходят и через статические счета по заранее установленным адресам. Счета учета становятся аналогом определенной статьи отчетности, т. е. в данной бухгалтерской системе сведения из первичной документации могут сразу попадать в отчетность, позволяя отказаться от составления учетных регистров, создания пробных отчетов и т. п. Пример отражения хозяйственной операции по реализации товаров через розницу с использованием тройной записи представлен на рисунке 2 [14].

Рисунок 2 – Тройная запись, отражающая в учете розничную реализацию товара [14]

Для распространения принципов «тройной» бухгалтерии в практике организации и ведения бухгалтерского учета рекомендуется применять технологию блокчейна, которая сегодня является одной из самых востребованных цифровых технологий.

Блокчейн позволяет надежно защищать от мошенничества и коррупции, сохранять учетные данные о финансовых операциях, имущественных активах и интеллектуальной собственности, при этом соблюдая выполнение принципов отрытости, прозрачности и доступности баз данных для участников транзакций. Однако несовершенство законодательной базы в сфере цифрового учета, значительные расходы на внедрение и кадровый вопрос припятствуют распространению данной цифровой технологии при выполнении учетных функций [9].

Цифровизация непосредственно влияет на следующие стороны бухгалтерского учета: методологию систематизации учетных данных и процесс получения, обработки, хранения и передачи учетных данных по назначению.

По мнению авторов, электронный бухгалтерский учет (цифровой учет) – это использование цифровых технологий применительно к выполнению учетных функций. Данный вид учета предусматривает осуществление учетных функций и обучение бухгалтеров с помощью различных цифровых инструментов, специализированных Интернет-ресурсов, международных и отечественных нормативных материалов, веб-ссылок, специализированного программного обеспечения для бухгалтерского учета и т.п. для обеспечения эффективного решения профессиональных задач.

Таким образом, понятие «цифровой (электронный)» бухгалтерский учет на сегодняшний день не имеет кокретного стандартного определения, а в основном ассоциируется с преобразованиями, возникающими в методике ведения бухгалтерского учета в условиях цифровизации экономики и применения цифровых технологий.

Изменения, происходящие в учетной практике, требуют пересмотра положений теории учета, в том числе таких веками «незыблемых истин», как, например, составляющие метода бухгалтерского учета и т. п. Это актуализирует многие вопросы теоретического и прикладного характера и открывает новые перспективы для профессии бухгалтера. Дальнейшее внедрение цифровой экономики в сферу бухгалтерского учета:

− позволит повысить уровень оперативности процессов учета и достоверность учетных данных;

− приведет к поялению новых объектов учета и методов их оценки;

− позволит объединить разные виды учета;

− усовершенствует цифровые технологии учета.

Перед бухгалтером уже сейчас стоит задача по защите и сохранности цифровой информации, которая может стать известной мошенникам или конкурентам. Утечка сведений, относящихся к коммерческой тайне, несет негативное влияние на хозяйственную деятельность субъекта хозяйствования. Поэтому необходимо, прежде всего, решить вопросы информационной безопасности учетных данных. Применение цифровой экономики в сфере бухгалтерского учета должно внедряться последовательно, с четким взглядом на последствия изменений. В противном случае прогресс в применении цифровых технологий в практике ведения учета будет иметь негативный эффект, который приведет к формированию риска для развития предприятия.

Выводы. Таким образом, существенные изменения, которые обусловлены цифровой трансформацией экономики, появление нового цифрового инструментария, мотивируют усовершенствование бухгалтерского учета, содействуют внесения изменений в методологию и организацию учетного процесса, актуализируют проблему представления учетной деятельности как высокоинтеллектуальной прикладной деятельности, повышение престижности и востребованности профессии бухгалтера. Состояние и развитие цифровой экономики способствует возникновению предпосылок для создания цифровой парадигмы учета.

Список использованной литературы:

1. *Дивиза Н.А., Уманец В.А., Логунов Н.С.* Внедрение цифровых технологий в социально-экономическую жизнь общества // Вестник КГМТУ. 2023. № 2. С. 200-207.
2. *Варламова Д.В., Алексеева Л.Д.* Вопросы внедрения цифровых технологий в систему бухгалтерского учета // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 5-2. С. 248-254.
3. *Булыга Р.П.* Роль цифровизации в трансформации учетно-аналитических и контрольных процессов // Экономика и управление: проблемы, решения. 2019. № 3. С. 4–10.
4. *Гузов Ю.Н.* Блокчейн в учета и аудите // Экономика и управление: проблемы, решения. 2019. № 3. С. 46–53.
5. *Егорова С.Е., Богданович И.С.* Перспективы применения информационных технологий в бухгалтерском учете в условиях глобализации // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2019. № 6. С. 38-47.

6. *Узденова Ф.М., Алиева А.Б., Малсюгенова З.В.* Современные информационные технологии в бухгалтерском учете и управлении // Вестник Академии знаний. 2022. № 49. С. 298-303.
7. *Карпова Т.П.* Направления развития бухгалтерского учета в цифровой экономике // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018. № 3 (111). С. 52-57.
8. *Скоробогатова В.В., Логунова Н.А.* Информационное обеспечение рыбохозяйственного комплекса на основе внедрения современных технологии распределенного реестра // Вестник КГМТУ. 2021. № 4. С. 351-365.
9. *Рысина В.А.* Применение цифровых технологий в бухгалтерском учете // Вестник КГМТУ. 2023. №1. С. 207-216.
10. Бухгалтерский учет в XXI веке: монография / под ред. Ю.Н. Гузова, В.В. Ковалева, О.Л. Маргания. СПб.: Скифия-принт, 2021. 250 с.
11. Сайт TAdviser – портал выбора технологий и поставщиков. URL: https://www.tadviser.ru/ (дата обращения: 12.11.2023).
12. *Башкатов В.В., Брык В.Ю., Зеленская А.М.* Особенности бухгалтерского учета и отчетности в условиях цифровой экономики // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 5. С. 5-10.
13. Роботизация бизнес-процессов. URL: https://iasdigital.ru/robotic-process-automation-rpa (дата обращения: 12.11.2023).
14. Сухарев И.Р. Стерео бухгалтерия. М.: ООО «ИПЦ «Маска», 2014. 384 с.

References:

1. Diviza N.A., Umanets V.A., Logunov N.S. Vnedrenie cifrovyh tekhnologij v social'no-ekonomicheskuyu zhizn' obshchestva [Introduction of digital technologies into the socio-economic life of society. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2023, no. 2, pp. 200-207. (In Russian).
2. Varlamova D.V., Alekseeva L.D. Voprosy vnedreniya cifrovyh tekhnologij v sistemu buhgalterskogo ucheta [Issues of introduction of digital technologies into the accounting system]. *Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 2020, no. 5-2, pp. 248-254. (In Russian).
3. Bulyga R.P. Rol' cifrovizacii v transformacii uchetno-analiticheskih i kontrol'nyh processov [The role of digitalization in the transformation of accounting, analytical and control processes]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and management: problems, solutions], 2019, no 3, pp. 4-10. (In Russian).
4. Guzov Yu.N. Blokchejn v ucheta i audite [Blockchain in accounting and auditing]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and management: problems, solutions], 2019, no. 3, pp. 46-53. (In Russian).
5. Egorova S.E., Bogdanovich I.S. Perspektivy primeneniya informacionnyh tekhnologij v buhgalterskom uchete v usloviyah globalizacii [Prospects for the use of information technologies in accounting in the context of globalization]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU* [Scientific and Technical Bulletin of SPbPU], 2019, no. 6, pp. 38-47. (In Russian).
6. Uzdenova F.M., Alieva A.B., Malsugenova Z.V. Sovremennye informacionnye tekhnologii v buhgalterskom uchete i upravlenii [Modern information technologies in accounting and management]. *Vestnik Akademii znanij* [Bulletin of the Academy of Knowledge], 2022, no. 49, pp. 298-303. (In Russian).
7. Karpova T.P. Napravleniya razvitiya buhgalterskogo ucheta v cifrovoj ekonomike [Directions of accounting development in the digital economy]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Izvestiya of the St. Petersburg State University of Economics], 2018, no. 3 (111), pp. 52-57. (In Russian).
8. Skorobogatova V.V., Logunova N.A. Informacionnoe obespechenie rybohozyajstvennogo

kompleksa na osnove vnedreniya sovremennyh tekhnologii raspredelennogo reestra [Information support of the fisheries complex based on the introduction of modern distributed registry technologies]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2021, no. 4, pp. 351-365. (In Russian).
9. Rysina V.A. Primenenie cifrovyh tekhnologij v buhgalterskom uchete [Application of digital technologies in accounting]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2023, no. 1, pp. 207-216. (In Russian).
10. Guzov Yu.N., Kovalev V.V., Marganiya O.L. (eds.) *Buhgalterskij uchet v XXI veke* [Accounting in the XXI century]. St. Petersburg, Scythia-print Publ., 2021, 250 p. (In Russian).
11. *Site of the TAdviser – Technology and Supplier selection portal* (In Russian). Available at: https://www.tadviser.ru/ (accessed 12.11.2023).
12. Bashkatov V.V., Bryk V.Yu., Zelenskaya A.M. Osobennosti buhgalterskogo ucheta i otchetnosti v usloviyah cifrovoj ekonomiki [Features of accounting and reporting in the digital economy]. *Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 2022, no. 5, pp. 5-10. (In Russian).
13. *Robotizaciya biznes-processov* [Robotization of business processes]. (In Russian). Available at: https://iasdigital.ru/robotic-process-automation-rpa (accessed 12.11.2023).
14. Sukharev I.R. *Stereo bukhgalteriya* [Stereo accounting]. Moscow, LLC “CPI “Mask”, 2014, 384 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Рысина Виктория Александровна	канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 vika_daria@mail.ru
Rysina Victoria Alexandrovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Department of economics and humanities Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Ordzhonikidze str., 82 vika_daria@mail.ru
Скоробогатова Виктория Викторовна	канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 aprel2104@mail.ru
Skorobogatova Victoria Viktorovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Department of economics and humanities Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Ordzhonikidze str., 82 aprel2104@mail.ru

УДК 338.439.021.1 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.030**

Сергеев Л.И.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРАНЫ

Аннотация. Развиты содержательные положения системности (комплексности) генеральной стратегической цели достижения продовольственной безопасности. Утверждается, что генеральная цель должна включать слова «наличие системы обеспечения…». Акцентировано внимание на необходимости перевода на новый уровень задач повышения качества продуктов питания. Подчеркнуто, что решение комплексной проблемы обеспечения качественными продуктами питания населения требует выделения по уровням власти главных исполнителей поставленных целевых задач. Актуализирована проблема необходимости расчетов региональных балансов производства и потребления продуктов питания. Утверждается, что региональный аспект продовольственной безопасности должен получить свое место на верхнем ярусе доктринального обеспечения продовольствием в стране. Обосновывается необходимость обобщения на верхнем уровне яруса целей в рамках как экономической, так и финансовой доступности продуктов питания. Подчеркивается необходимость усиления целевой направленности антимонопольного регулирования воспроизводства продуктов питания в сфере их продажи. Выделена целесообразность включения в составе верхнего яруса дерева целей процессов цифровой трансформации системы организации и управления для обеспечения продовольственной безопасности страны. Акцентировано внимание на усилении взаимосвязи отдельных организационных блоков работ, которые характеризуют необходимость развития комплексной системы подготовки специалистов в сфере АПК.
Ключевые слова. Доктрина, продовольственная безопасность, стратегические цели, продукты питания, верхний ярус целей, доступность питания, продуктовый баланс, цифровая трансформация.

Sergeyev L. I.

STRATEGIC GOAL-SETTING OF THE COUNTRY'S FOOD SUPPLY

Abstract. The substantial provisions of the consistency (complexity) of the general strategic goal of achieving food security are developed. It is argued that the general purpose should include the words “availability of a security system...”. Attention is focused on the need to transfer the tasks of improving the quality of food to a new level. It is emphasized that the solution of the complex problem of providing high-quality food to the population requires the allocation of the main performers of the set targets by the levels of government. The problem of the need for calculations of regional balances of food production and consumption is actualized. It is argued that the regional aspect of food security should get its place on the top tier of doctrinal food security in the country. The necessity of generalization at the upper level of the tier of goals within the framework of both economic and financial accessibility of food is substantiated. The necessity of strengthening the target orientation of antimonopoly regulation of food reproduction in the sphere of their sale is emphasized. The expediency of including the goals of the processes of digital transformation of the organization and management system to ensure the country's food security in the upper tier of the tree is highlighted. Attention is focused on strengthening the relationship of individual organizational blocks of work, which characterize the need for the development of a comprehensive system of training specialists in the field of agriculture.
Keywords: Doctrine, food security, strategic goals, food, top tier of goals, food availability, food balance, digital transformation.

Введение. Одним из важнейших аспектов решения проблем продовольственного

обеспечения населения страны является стратегическое целеполагание решения вопросов производства, обращения и потребления продуктов питания. Стратегия базируется на обобщении огромного объема вопросов и проблем, выявляемых в процессе анализа состояния дел (успехов, недостатков) с продовольственным обеспечением населения. Весь процесс стратегирования является результатом многогранной работы специалистов, научных работников, медицинского сообщества, общественности, органов власти и регламентируется документами стратегического развития государства. Действующие положения целеполагания требуют своего дальнейшего развития в соответствии с изменениями условий социально-экономического развития и углубления научно-прикладных знаний в сфере обеспечения продуктами питания населения страны.

Целью исследования является обобщение и актуализация ряда основных положений стратегического целеполагания организации обеспечения продовольственной безопасности населения страны.

Материалы и методы исследования. Обобщено содержание основных положений целеполагания Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [1]. Рассмотрены результаты исследований, опубликованные в трудах ряда ученых по обеспечению продовольственной безопасности в стране. Подчеркнутые в опубликованных работах проблемы укрепления продовольственной безопасности страны требуют дальнейшего развития подходов к выявлению новых граней процессов целеполагания продовольственной безопасности. Требуется актуализация проблем целеполагания в связи с усилением санкционного давления на экономику страны, перевода на новый уровень решения задач повышения качества продуктов питания, усиления целевой направленности антимонопольного регулирования воспроизводства продуктов питания в сфере их продажи. Необходимо акцентировать внимание на целевой направленности повышения финансовой доступности продовольствия. Требуется также развитие содержательных положений системности (комплексности) установления генеральной стратегической цели и подцелей достижения продовольственной безопасности, чему не уделено в настоящий момент должного внимания. Это подчеркивает актуальность постановки вопросов актуальности дальнейшего углубления стратегических направлений установления целевых путей обеспечения продовольственного обеспечения страны.

В исследовании применены методы логического анализа, динамического и системного моделирования экономических взаимосвязей. В качестве научной новизны обоснована актуализация содержания и состава целевых положений ряда направлений доктринального развития форм и методов обеспечения продовольственной безопасности страны в части: развития содержательные положения системности (комплексности) генеральной стратегической цели и подцелей; актуализирована проблема необходимости расчетов региональных балансов производства и потребления продуктов питания; обоснована целесообразность включения в составе верхнего яруса дерева целей процессов цифровой трансформации системы организации и управления для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Результаты исследования и их обсуждение. Важность грамотного и научно обоснованного установления стратегических целей и соответствующих задач определяется выбором такого направления и ориентиров развития, которые устанавливают реально достижимые и оптимальные параметры обеспечения продовольственной безопасности. Неправильно или недостаточно грамотные установленные целевые направления могут приводить к нежелательным последствиям решения стоящих перед обществом проблем достижения необходимой продовольственной безопасности. Поэтому стратегическое целеполагание как инструмент развития общества является важным элементом государственного строительства в различных сферах обеспечения жизнедеятельности.

Стратегическая цель и основные задачи обеспечения продовольственной безопасности регламентируются Доктриной [1]. Этот документ определяет стратегическую генеральную цель и основные задачи достижения продовольственной безопасности страны. При этом

основными параметрами безопасности в сфере наличия необходимого уровня и объемов продовольствия в стране определены продовольственная независимость, экономическая доступность и физическая доступность продуктов питания. По этим параметрам установлены соответствующие пороговые значения. предусматривается комплексная оценка обеспечения продовольственной безопасности, которые утверждаются Правительством РФ.

На рисунке 1 представлена верхняя структура (ярус) дерева целей обеспечения продовольственной безопасности населения страны в соответствии с Доктриной. Следует отметить, что декомпозиция доктринальной генеральной стратегической цели представлена тринадцатью подцелями, которые обозначены соответствующими задачами. Эти задачи конкретизируют содержание и основные положения организации вопросов реализации поставленной генеральной цели.

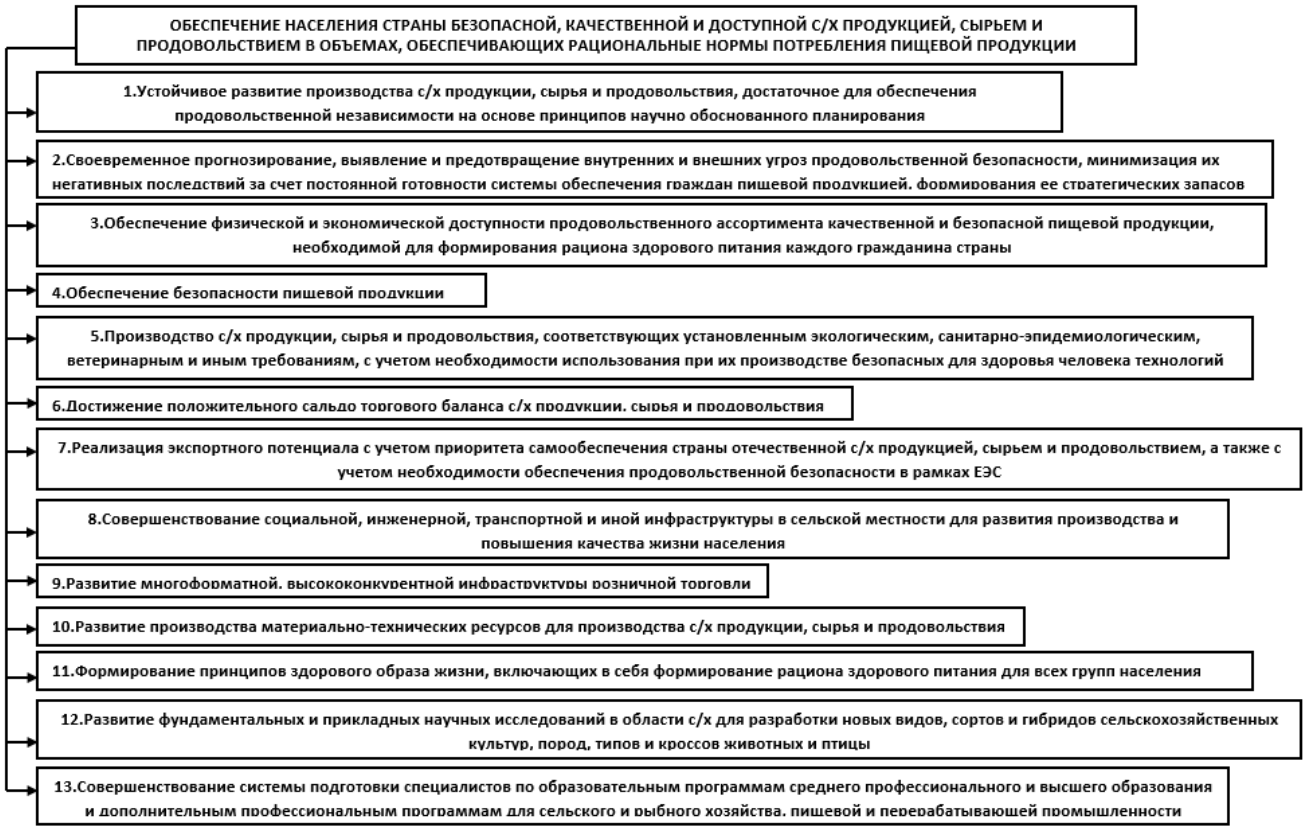


Рисунок 1 – Структура верхнего яруса дерева целей доктрины обеспечения продовольственной безопасности населения страны
Источник: составлено автором на основе [1]

Генеральная цель продовольственной безопасности заключается в «обеспечении населения страны безопасной, качественной и доступной сельскохозяйственной продукцией, сырьем и продовольствием в объемах, обеспечивающих рациональные нормы потребления пищевой продукции». Данная трактовка вмещает в себя все основные составляющие и понятия как создания, так и качественного содержания понятия продовольственного обеспечения как социально-экономической категории. Процесс национального обеспечения – это вся сложная технологическая цепочка воспроизводства продуктов питания (выращивание, переработка сырья, выпуск, транспортировка, продажа), которая заканчивается потреблением пищевых продуктов. Потребляться должны качественные и безопасные для здоровья продукты питания, экономически и физически доступные для покупки и пищевого употребления. При организации питания населения должны обеспечиваться рациональные нормы потреблении пищевых продуктов, что говорит о необходимом наличия соответствующей национальной нормативной базы продуктового

потребления.

Несмотря в целом на полное итоговое содержательное отражение положений генеральной цели, на наш взгляд, следовало бы учесть ориентацию стратегии на организацию соответствующей комплексной системы обеспечения продовольственной безопасности. Этот вопрос должен быть включен в содержание определения генеральной стратегической цели, так как без системы, которая обеспечивается соответствующей организационной структурой, нельзя добиться необходимой качественной продуктовой пищевой достаточности в стране. Практически, организационные вопросы системы при дальнейшей декомпозиции генеральной цели в подцелях (задачах) обеспечения продовольственной безопасности отражаются в рассматриваемых положениях доктрины. Но, учитывая необходимость четкой координации функционирования отдельных организационных государственных структур регулирования обеспечения продовольственной безопасности, на наш взгляд, следует выделять соответствующую систему и подсистемы. Поэтому организационная система как содержательный элемент основы целеполагания должна включаться в основную терминологическую часть данного определения на верхнем ярусе целей.

Рассмотрение любой исследуемой проблемы в системе экономико-организационных отношений является элементом комплексного подхода к решению поднимаемых вопросов. Часто в научно-прикладной практике решение проблем заключается в слабом учете связей (интересов, противоречий, особенностей) организационных структур и их взаимодействии для решения общей стратегической задачи развития экономической системы в целом. Комплексный, системный подход в установлении положений целеполагания, таким образом, является необходимым элементом реализации качественного результата к установлению стратегической цели планируемой реализации поставленных задач.

Система организации – это форма необходимого гарантирования продуктового снабжения и обеспечения качественными продуктами питания населения. Вся система включает большое количество составляющих как государственных органов регулирования и управления, так и хозяйствующих структур производства и продажи продуктов питания. Ее организационная структура, рациональность и функциональность должны отвечать требованиям оптимальности и необходимости решения поставленных задач в области гарантии продовольственной независимости и обеспеченности продуктами питания населения. Следовательно, генеральная цель должна включать слова «наличие системы обеспечения…» (и далее по тексту официального документа доктрины). Такая терминология будет точнее определять сущность и содержание стратегической генеральной цели обеспечения продовольственной безопасности населения страны, что конкретизирует положения целеполагания и способствует акцентированию внимания на проблемных (если они есть) организационных вопросах.

Первая задача в доктрине сформулирована как «устойчивое развитие производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, достаточное для обеспечения продовольственной независимости на основе принципов научно обоснованного планирования». Данная задача определяется устойчивостью работы АПК, перерабатывающей промышленности, пищевого ритейла и других связанных с ними отраслей, работа которых должна планироваться. Без организации планирования увеличиваются возможные риски недостатка продуктов питания, что пагубно влияет на социальное состояние в обществе. Рынок продовольственной продукции, продуктов питания в масштабах государства требует определенного регулирования. Детальное централизованное и децентрализованное планирование и составление балансов производства и потребления пищевой продукции (как элементов планов) является не директивным, а рекомендуемым инструментом для анализа состояния продуктового рынка.

Следует отметить, что ориентация на научно – обоснованное планирование является своевременным направлением использования кроме рыночных также традиционных методов расчета планов регулирования хозяйственной деятельности. Текущие, среднесрочные и

долгосрочные планы для производства продуктов питания являются важными составляющими обоснования направления устойчивого развития агропромышленных и пищевых предприятий. Важным условием при этом является акцентирование внимания на достижение продовольственной независимости за счет развития собственных производств необходимого сырья (АПК, рыболовство и рыбоводство) и пищевых продуктов.

Непременным условием устойчивого развития процессов выращивания сырья для пищевой продукции и отраслей, обеспечивающих производство продуктов питания, являются инвестиционные вложения в сельское хозяйство, рыболовство, пищевую промышленность и их инфраструктуру. Например, относительно сельского хозяйства в статье Мустафаевой Р. Р. [2] подчеркивается: «Инвесторы в сельское хозяйство сталкиваются как с производственными, так и с ценовыми рисками. Неблагоприятные погода, вредители и болезни, а также неустойчивые цены негативно влияют на доходность и сказываются на уровне инвестиций». Динамика инвестиций в отрасли, производящие пищевую продукцию, пока не соответствует в силу различных причин потребностям данных отраслей для решения всех проблем обеспечения продовольственной безопасности страны.

В фактически действовавших ценах инвестиции в основной капитал в сельском хозяйстве (с учетом охоты и предоставления услуг в этих секторах) в 2022 году, согласно Росстату, составили 877,9 млрд руб. против 826,5 млрд руб. в 2021 году. Проблемы инвестиционной деятельности и задачи инвестиционного развития АПК обобщаются как в официальных документах [3, 4, 5], так и в многочисленных публикациях [6, 7]. Данный факт подчеркивает необходимость планирования, важным элементом которого является регулирование инвестиционной деятельности в АПК и в смежных с ним отраслях.

В целом отмечается хоть и небольшой, но все-так отток бизнеса из АПК. Например, согласно базе информационно-аналитической системы о компаниях СПАРК, с 1 июля 2022 года была зарегистрирована 2001 новая компания, основным видом деятельности которых является производство пищевых продуктов, но одновременно с тех пор из отрасли ушло 2262 компаний, итого фиксируется отток — 261 компания, приводит данные аналитик Института комплексных стратегических исследований (ИКСИ) Надежда Каныгина. Аналогично чистый отток был отмечен и в сфере «Сельское и лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» – минус 687 компаний с 1 июля 2022-го. «Так что пока статистика регистраций бизнеса в АПК не радует и говорит о тенденции ухода или объединения участников рынка», – резюмирует автор [8].

На рисунке 2 представлена динамика инвестиций в основной капитал в сельском хозяйстве России [9].

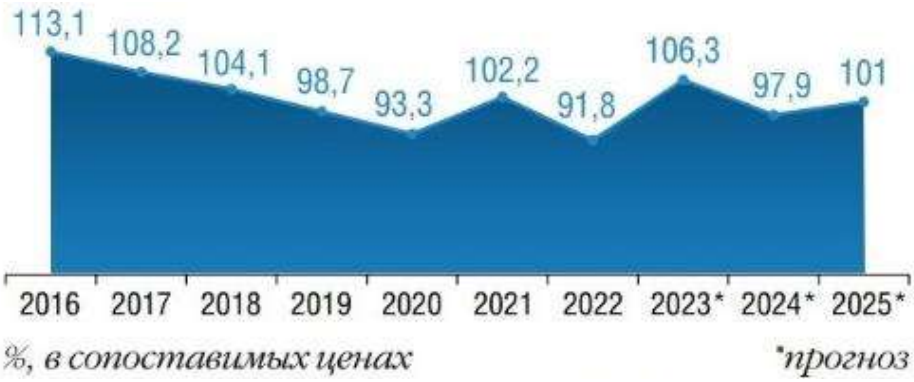


Рисунок 2 – Динамика инвестиций в основной капитал в сельском хозяйстве
Источник: [9]

Как показывает динамика, 2016-2020 годы характеризовались сокращением вложения инвестиций в сельское хозяйство страны. Последующие годы показывают неравномерную динамику инвестиционных вложений, которые требует особого внимания процессам

планирования финансовых средств в развитие АПК. Активизация инвестиционной деятельности, рост вложений являются важным условием увеличения сельскохозяйственного производства и интенсификации выпуска сырьевых ресурсов для пищевой промышленности.

Определенное необходимое внимание обращено в доктрине на выявление и предотвращение угроз продовольственной безопасности. Данное направление отмечено в составе **второй целевой задачи,** где все риски обобщаются как экономические (инфляция, снижение инвестиционной привлекательности, ухудшение экономической конъюнктуры, ценовые диспропорции на рынке сырья и пищевых продуктов), технологические, климатические и агроэкологические, ветеринарные и фитосанитарные, а также социальные (уровень жизни в городе и в сельской местности), дефицит квалифицированных кадров.

Сейчас Россия является одним из экспортеров продовольствия. В течение 2021 года Россия поставила на внешние рынки более 71 млн тонн продовольствия и сельскохозяйственного сырья. Как указывают аналитики, в горизонте пяти лет в отрасли распространятся альтернативные технологии получения традиционных продуктов — как пищевых, так и кормовых. «Это безусловная угроза отраслям растениеводства и животноводства», – отмечают в ВШЭ [10]. Определенные проблемы и угрозы продовольственной безопасности Российской Федерации возникают как в нормальных международных отношениях, так в условиях нового витка санкционной напряженности, что с одной стороны сдерживает, а с другой стороны способствует развитию отечественного агросектора на собственной ресурсной базе [11, 12].

Эти угрозы рассматриваются как во внутринациональных государственных отношениях, так и во внешнеэкономических связях, которые используются для обеспечения закупок продовольствия и снабжения пищевыми продуктами. Необходимо проводить постоянный анализ и обеспечивать минимизацию возможных негативных последствий недостатков, а также обеспечивать готовность предоставления населению продуктов питания. Решение чрезвычайных проблем должна обеспечивать система стратегических продовольственных запасов и резервов.

При этом должна использоваться система своевременного прогнозирования изменения состояния безопасности продовольственного обеспечения с целью недопущения снижения необходимых запасов продуктов питания в стране. Этот факт еще раз подчеркивает важность и необходимость наличия системы планирования производства и обеспечения необходимых запасов продовольственных ресурсов страны. Постоянное пополнение и обновление запасов продовольствия, грамотное нормирование необходимого уровня и размещения резервов пищевых продуктов по территории страны являются важной стратегической целевой установкой государственного управления. Планирование должно учитывать наличие возможных рисков наступления чрезвычайных ситуаций, которые потребует использование государственных резервов продуктов питания.

Следует отметить необходимость осуществления постоянного мониторинга, который должен в необходимом постоянном режиме отслеживать состояние необходимого наличия на рынке продовольствия для населения. Присутствие в системе регулирования общественной жизни в стране постоянной обратной связи параметров состояния спроса и предложения на продукты питания является настоятельной необходимостью. Это говорит о высокой степени важности бесперебойного обеспечения населения продовольствием в условиях рационального уровня потребления качественных продуктов питания. Мониторинг должен способствовать созданию системы раннего предупреждения возможных проблем с сокращением наличия на рынке продуктов питания (особенно первой необходимости).

Третья стратегическая задача предусматривает «обеспечение физической и экономической доступности продовольственного ассортимента качественной и безопасной пищевой продукции, необходимой для формирования рациона здорового питания каждого гражданина страны». Экономическая доступность – это наличие необходимого платежеспособного спроса населения для приобретения качественного и безопасного для здоровья объема продуктов питания. Цены на продукты питания должны соответствовать

уровню доходов населения для приобретения необходимого объема пищевых продуктов. Рынок спроса и предложения продуктов питания должен при необходимости регулироваться государством с целью обеспечения рационального уровня потребления пищевой продукции и обеспечения экономически обоснованных цен на продовольственном рынке.

Экономическая доступность конкретизируется многообразной финансовой возможностью приобретения населением необходимых по количеству и качеству продуктов питания. Денежные доходы страны существенно различаются по различным группам населения. Согласно прогнозам коэффициент Джини (индекс концентрации доходов) в России составит 0,36 в 2023 году [13]. Это довольно значительное расслоение финансовых возможностей различных категорий жителей общества. Поэтому экономическую доступность, на наш взгляд, следует уточнить в терминологическом плане и сформулировать это понятие как «финансовая доступность». Такая терминология будет точнее отражать содержание возможности приобретения продуктов питания на конечном этапе обращения воспроизводства – обмена деньги на товар (процесс покупки продуктов питания). Эта мысль подчеркивается также в статье Хайруллиной О.И. [14].

Финансовая доступность продуктов питания точнее определяет сущностное содержание возможности приобретения (покупки) населением необходимого продовольственного ассортимента качественной и безопасной пищевой продукции. За 10 лет (до 2023 года включительно) Росстатом было установлено удвоение доходов населения в номинальном выражении, но сократилась ценовая доступность говядины, рыбы, молочной продукции, сахара, некоторых видов хлеба, крупы и даже вермишели. Особенно сильный провал наблюдается по сливочному маслу и рыбе лососевых пород – снижение доступности в 1,6 и 1,8 раза соответственно [15]. Доходы населения и цены на продукты питания являются финансовыми показателями, поэтому финансовая доступность показывает реальность возможности приобретения (покупки) пищевых продуктов.

Физической доступности продуктов питания должно уделяться немаловажное значение, которое обеспечивается как пространственным размещением производственного потенциала пищевой промышленности, так и системой приближения торговли пищевыми продуктами к местам проживания населения. Здесь необходима как государственная система регулирования, так и активность бизнес сообщества (ритейла продуктов питания) в ускорении процессов продажи продовольственных продуктов (особенно скоропортящихся).

Немаловажное значение имеет также создание и поддержание необходимого рациона здорового питания каждого гражданина страны. Эти рационы и рекомендации должны создаваться соответствующими специалистами в области здорового и правильного питания. При этом желательно выделять в дальнейшей дифференциации необходимого рациона три категории – калорийный рацион питания, питательный рацион и здоровый рацион питания.

Отдельной стратегической задачей генеральной цели выделяется необходимость обеспечения безопасности пищевой продукции **(четвертая задача)**. На наш взгляд, содержание безопасности продуктов питания тесно увязано с их качеством, которое должно быть неотъемлемым атрибутом обеспечения требуемого здоровья населения. Качество продуктов питания – это разнообразный ассортимент, высокие вкусовые параметры качества, привлекательность и другие показатели потребления пищевой продукции. Поэтому в состав целевой ориентации четвертой задачи доктрины продовольственной безопасности наряду с физической безопасностью для здоровья должна быть включена категория обеспечения качества продуктов питания.

В настоящий момент некоторые аналитики (например, социолог Сергей Белановский) считают, что сложившаяся система конкурентных отношений в нашей стране, к сожалению, привела не к росту, а к падению качества продовольственных товаров. Аналитик Татьяна Тюжина уверена, что системы конкурентных отношений в нашей стране нет и не было: «О какой вообще конкуренции идёт речь, рынок продажи продуктов монополизирован несколькими (2-3-4) игроками, пятерочки, магниты, и прочие. Попасть к ним на полку со своим товаром может только такой же крупный монополист в своей области, за

исключением местного хлеба и молочки. Потому что входной билет очень дорогой и мелким производителям не по карману. Плюс у каждой сети свои торговые марки и это всегда самое дешевое по цене, а про качество там никто и не думает. Люди будут покупать те продукты, что есть в сетях. … Нет никакой конкуренции уже давно» [16].

Поэтому, на наш взгляд, в доктрине продовольственной безопасности качеству пищевой продукции в свете развития ритейла следует уделить особое внимание, которое, к сожалению, не нашло отражения в девятой целевой задаче – «Развитие многоформатной, высококонкурентной инфраструктуры розничной торговли». Отсутствие должной конкуренции в сфере торговли продуктами питания имеет непосредственное отношение к их качеству. Монополизация системы продаж отодвигает на второй план качество пищевых продуктов, которому иногда уделяют второстепенное значение.

Основополагающее влияние на формирование и сохранение необходимого качества пищевых продуктов оказывают следующие обстоятельства: вид, состав и качество сырьевых ресурсов; способы и условия, технологические формы производства; упаковка и состояние тары; условия транспортировки; выполнение требований при продаже и хранения. Качество пищевых продуктов определяют двумя путями - органолептическим и измерительным (лабораторным) методами. Качество и оценка безопасности пищевой продукции находятся под постоянным контролем государства в лице Росстандарта, Россельхознадзора и Роспотребнадзора. Совершенствование работы данных государственных контрольных структур требует усиления внимания к использованию новых технологических форм (включая цифровые и информационно – коммуникационные) и методов организации анализа качества производства и продажи пищевых продуктов.

Пятая задача «производство сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, соответствующих установленным экологическим, санитарно-эпидемиологическим, ветеринарным и иным требованиям, с учетом необходимости использования при их производстве безопасных для здоровья человека технологий» представляет довольно широкий спектр организационных вопросов, включающих различные формы обеспечения безопасности. Такое комплексное обобщение всех составляющих производства пищевых продуктов является необходимым условием ориентации всей системы обеспечения питанием на общий итоговый результат, который учитывает многогранные стороны жизнедеятельности человека. При этом новые технологии – селекция, биоинженерия, цифровые платформы, искусственный интеллект и другие должны способствовать выполнению требований экологии, ветеринарии, эпидемиологии и других стандартов.

Безопасность здоровья человека стоит как главная задача путем обеспечения естественного состояния природного окружения, осуществления неразрушающего природу сельскохозяйственного производства, использования технологий приготовления пищевых продуктов без вредных составляющих. Данные и ряд других сопутствующих условий производства продуктов питания должны быть целевыми ориентирами недопущения появления предпосылок ухудшения здоровья населения при употреблении пищевой продукции.

Как правило, зачастую комплексное системное представление задач требует адекватной концентрации итогового решения на главном центральном органе, обеспечивающем координацию всех участников процесса для достижения цели. Поэтому многофункциональность задачи обеспечения безопасными качественными продуктами питания требует, на наш взгляд, выделения в самостоятельную часть (подзадачу) работы координаторов на федеральном, региональном и муниципальном уровне за качественное решение рассматриваемой проблемы. Выделение по уровням власти главных исполнителей поставленных комплексных целевых задач на верхнем ярусе целей будет способствовать исключению размытости итоговой результативности деятельности многофункциональных структур по обеспечению продуктами питания населения в регионах и в стране в целом.

Достижение положительного сальдо торгового баланса сельскохозяйственной

продукции, сырья и продовольствия является самостоятельной **шестой целевой задачей** Доктрины. Эта задача связана с **седьмой целевой установкой**, которая несколько конкретизирует вышестоящую цель и углубляет ее внешнеэкономическую составляющую в границах ЕЭС. При этом справедливо ставится вопрос необходимости самообеспечения страны отечественной продукцией сельского хозяйства, сырья и производства продовольствия для сохранения независимости от поставок зарубежных сырья и продуктов питания. Здесь целевая задача имеет как экономический, так и физический смысл внешнеэкономических отношений. Чем выше независимость, тем больше самостоятельности в принятии нужных решений внутри страны и больше возможности развития собственной независимой продуктовой базы.

Превышение экспорта объемов сырья и продуктов питания над их импортом (наличие положительного сальдо торгового баланса) является залогом продовольственной независимости страны и рычагом экономического превосходства в международных политэкономических отношениях. Ориентация на данное направление деятельности является несомненно положительным фактом стратегического развития процессов обеспечения продовольственной безопасности страны. Но, на наш взгляд, внешнеэкономический аспект продуктового балансоведения следовало бы на верхнем ярусе целей дополнить региональным (территориальным) срезом балансов производства и потребления продуктов питания по субъектам РФ. Обобщение параметров таких региональных продуктовых балансов будет способствовать оптимизации планирования производства и потребления продуктов питания в масштабах всей страны. Поэтому одной из задач планирования деятельности для обеспечения продовольственной безопасности страны должен быть также расчет региональных балансов производства и потребления продуктов питания.

Региональные балансы производства и потребления продуктов питания дают возможность анализа уровня самообеспеченности территорий пищевой продукцией. Отдельные статьи баланса (картофель, мясо, рыба, молоко и другие) характеризуют объем производства и потребления конкретных продуктов, что акцентирует внимание на их избыток или недостаток в процессе обеспечения региональной продовольственной безопасности. Анализ данного соотношение дает возможность выработки и принятия соответствующих мер по устранению дисбалансов продовольственных ресурсов в субъектах РФ. Региональный аспект продовольственной безопасности должен, на наш взгляд, получить свое место на верхнем ярусе доктринального обеспечения продовольствием в стране. Региональный аспект имеет важное макроэкономическое значение, которое является составным элементов общего суммарного состояния совокупной продовольственной безопасности страны.

Важной **восьмой задачей** ставится «совершенствование социальной, инженерной, транспортной и иной инфраструктуры в сельской местности для развития производства и повышения качества жизни населения». Содержание данной задачи ставит своей целью выравнивание условий жизни сельского населения с условиями жизни городского населения. Основной объем сырья, продуктов питания производится в сельской местности. Инфраструктура сельских мест расселения жителей страны до настоящего времени отстает по уровню развития от городских территорий. Поэтому развитие инфраструктуры сельских территорий абсолютно грамотно поставлена в число важной самостоятельной задачи доктрины, что будет способствовать ориентации организации деятельности власти и бизнеса на выравнивание качества жизни населения, которое обеспечивает сырьевыми ресурсами пищевую промышленность.

Следует отметить, что важнейшей составной частью восьмой задачи выделено акцентирование внимания на повышении качества жизни населения для развития производства в сельской местности. Повышение качества и уровня жизни сельского населения, которое является основной производительной силой в производства сырья для пищевой промышленности, требует особого внимания. Это внимание постоянно учитывается во многих программах социально – экономического развития страны. Региональное развитие

(особенно сельских территорий) включается в систему продовольственного обеспечения страны как элемент пространственного рассмотрения решения проблем продуктового снабжения населения.

В сельской местности в основном производится сырье для пищевой промышленности и собственные продукты питания, в городской местности – продукты питания из сельскохозяйственного сырья на предприятиях пищевой промышленности. Подтягивание качества жизни населения в сельской местности к городскому уровню будет способствовать решению многих задач социально – экономического развития страны, в том числе повышению продовольственной обеспеченности населения.

Важным направлением деятельности является развитие многоформатной, высококонкурентной инфраструктуры розничной торговли, которая в основном обеспечивает завершение процесса обращения в форме покупки и дальнейшего потребления продуктов питания (**задача 9).** Сфера торгового ритейла является сложной формой организации как оптовой, розничной торговли, так и общественного питания. Поэтому задача торговли в доктрине на верхнем ярусе целей, на наш взгляд, должна быть расширена до оптового звена и сферы общественного питания. Эти два звена дополнят комплекс торговли и расширят организационный состав вопросов, которые призваны решать весь блок подзадач обеспечения реализации продуктов питания для населения.

Только розничный срез продуктового ритейла не может охватить всю сложность организации структуры продажи продуктов питания. Общественное питание и оптовая торговля как составные элементы продажи пищевых продуктов являются по своему качественному содержанию практической аналогией розничной торговли. Технологии данных составляющих отличаются, но качественное экономическое содержание продажи пищевых продуктов, что является сферой обращения в воспроизводстве общественного продукта, имеет единую природу. Этот факт объясняет необходимость, на наш взгляд, включения в состав верхнего яруса целей развитие не только розничной, но и оптовой торговли, а также общественного питания.

Следует отметить, что поставленная задача включает необходимость формирования многоформатной системы торговой сети (ритейла), что предполагает использование различных организационных форм торговых предприятий. Это расширит возможности предложений пищевых товаров в универмагах, универсамах, супермаркетах, магазинах товаров повседневного спроса, на продовольственных рынках и др. Кроме того, сформулирована задача нацеленности на построение высоко конкурентной инфраструктуры сферы торговли продуктами питания, что будет способствовать повышению качества торговли пищевыми продуктами.

Решение задач развития продуктового ритейла включает: развитие действующей торговой сети и строительство современных предприятий торговли; механизацию и автоматизацию трудоемких работ; использование пакетных и контейнерных систем грузовой переработки продуктовых товарных потоков; электронизацию торговых операций; внедрение прогрессивных цифровых технологий торгового обслуживания; автоматизацию контрольно-кассовых операции и внедрение магазинных пластиковых карт при расчетных операциях; автоматизацию процессов продажи товаров; автоматизацию процессов холодильной обработки продуктов питания.

Следует отметить, что высоко конкурентная направленность ритейла должна быть нацелена на удовлетворение в первую очередь потребности населения в высококачественном питании. Конкуренция среди предприятий торговли продовольствием прежде всего должна учитывать интересы населения, а не только интересы торговли. В настоящий момент следует усилить работу органов власти по сокращению процессов монополизации торговых сетей, функционирование которых сдерживает развитие конкуренции в сфере торговли продовольственными товарами.

Развитие производства материально-технических ресурсов для производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия включено в **десятую целевую**

задачу доктрины. Решение данной задачи обеспечивает машиностроительная промышленность (сельхозмашиностроение, судостроение, автостроение и др.), химическая промышленность, строительная и другие отрасли (подотрасли) страны. Развитие данных отраслей является основой укрепления и совершенствования материально-технической базы для производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Прежде всего это относится к созданию новых видов высокопроизводительной техники и передовых технологий для производства сырья и пищевой продукции.

Учитывая, что земельные ресурсы как важнейший естественный элемент сельскохозяйственного производства входит в состав ресурсной базы, следовало в качестве задачи верхнего яруса целей, на наш взгляд, выделить также восстановление природных ресурсов (в частности земель сельскохозяйственного назначения). Такая ориентация усилит акцент стратегического развития на сохранение и повышение плодородия сельскохозяйственных земель, которые требуют постоянной поддержки своих воспроизводственных возможностей.

Формирование принципов здорового образа жизни, включающих в себя формирование рациона здорового питания для всех групп населения, является содержанием **одиннадцатой целевой задачи,** которая ставится на верхнем ярусе целей доктрины. Питание имеет значительную роль в процессе жизнедеятельности человека. Правильное и сбалансированное питание является самым важным элементом для роста и развития организма, для всестороннего общего укрепления иммунитета человека. Поэтому включение в число целевых задач верхнего уровня яруса целей создания условий реализации принципов здорового образа жизни является одним из необходимых и обоснованных элементов доктринального целеполагания.

Рацион питания является сложным элементом понятийного аппарата пищевой необходимости для населения. Он видоизменяется под действием времени, где немаловажное значение имеют многочисленные социальные и экономические факторы и их процессы взаимодействия. Все это формирует индивидуальные модели рационального питания различных групп людей. Поэтому индивидуализация потребления пищевой продукции имеет важное значение для качественного обеспечения продуктами питания, что совершенно правильно формулируется в целевой задаче доктрины.

При этом модели должны учитывать доход, цены на продукты питания (которые оказывают воздействие на наличие продуктов питания и их доступность по стоимости), индивидуальные предпочтения и убеждения, культурные традиции, а также географические и экологические аспекты (включая изменение климата). Поэтому к формированию здоровой продовольственной среды (включая продовольственные системы, способствующие разнообразному, сбалансированному и здоровому питанию) следует использовать многочисленные социальные отрасли и сферы деятельности, а также заинтересованные стороны, в том числе государственный, частный сектора и общественность.

Двенадцатая целевая задача заключается в развитии фундаментальных и прикладных научных исследований в области сельского хозяйства для разработки новых видов, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, пород, типов и кроссов животных и птицы. Научная составляющая прикладных исследований является теоретической базой формирования новых видов агропродовольственных ресурсов, которые обеспечивают повышение качества пищевых продуктов с целью укрепления здоровья населения. «За последние годы научно-исследовательскими институтами аграрного сектора экономики создано более 300 сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, 295 новых и усовершенствованных технологий и другой научно-технической продукции. Однако несмотря на это, имеющийся научный потенциал используется крайне ограниченно. В настоящее время уровень внедрения научных разработок не превышает 5-7 % от имеющегося научного потенциала» [17].

Задачей агропродовольственной науки является также разработка предложений по устранению диспропорций в системе организации экономики и управления АПК.

Постоянное дотирование и субсидирование АПК, государственная поддержка сельскохозяйственного производства не дает, на наш взгляд, должной отдачи от выделяемых ресурсов. Механизмы управления и регулирования деятельности АПК требуют совершенствования, что должно зиждиться на глубоких научно-прикладных исследованиях решения возникающих проблем. Поэтому в доктрине следует учесть развитие не только сельскохозяйственных, биологических и медицинских, но и экономических наук в области целевой задачи для обеспечения продовольственной безопасности страны. Этот аспект должен учитывать не общетеоретические экономические проблемы развития страны, а особенность прикладных задач организации и управления в АПК и связанных с отраслью сферы деятельности производства и продажи продуктов питания.

Заключительной целевой задачей (тринадцатой) доктрины выделено «совершенствование системы подготовки специалистов по образовательным программам среднего профессионального и высшего образования и дополнительным профессиональным программам для сельского и рыбного хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности». Следует отметить акцентирование внимания на программном направлении подготовки кадров. Постоянное развитие образовательных процессов и внедрение новых форм производства и управления в АПК и пищевой промышленности требуют совершенствование процессов подготовки специалистов на базе постоянной модернизации соответствующих учебных программ. Образовательные программы должны учитывать перспективные и действующие формы организации производства в АПК и связанных с отраслью сфер деятельности производства и продажи продуктов питания.

С ростом требований к квалификации и качеству подготовки специалистов одним из приоритетов ВУЗов и СУЗов АПК и Минобрнауки РФ становится полный учет в программах образования запросов предприятий агросектора и пищевой отрасли и быстрое реагирование на изменения конъюнктуры отраслевых рынков труда. Это возможно только при интеграции деятельности всех участников: агропромышленных, пищевых предприятий и образовательных учреждений. Интеграционное взаимодействие науки, ВУЗов и СУЗов АПК и организаций сельского хозяйства было и остается одним из основных факторов развития кадрового потенциала рыбохозяйственного комплекса (как отрасли АПК). На рисунке 3 представлены формы взаимодействия вузов и работодателей на примере Росрыболовства.

Рисунок 3 – Формы взаимодействия вузов (сузов) и работодателей
Источник: Материалы доклада [18]

Эти формы предполагают тесную связь производства и подготовки кадров, которые должны на базе соответствующих образовательных программ обеспечивать производство сырья и качественных продуктов питания для населения. Выделенные взаимосвязи и

отдельные организационные блоки работ характеризуют комплексную систему подготовки специалистов, учитывающую потребности трудовых ресурсов для АПК и других отраслей по производству пищевой продукции.

Особое внимание во всех производственных, научно – прикладных и учебных вопросах следует обращать на цифровую трансформацию технологических процессов в отраслях АПК, пищевой промышленности и ритейле. Цифровизация экономики и управления являются настоятельным требованием времени. Актуализацию организации всех рассмотренных процессов и вопросов необходимо осуществлять с помощью цифровых платформ и ИКТ. Учитывая важность цифровизации, необходимость внедрения новых технологий на базе цифровых платформ, на наш взгляд, целесообразно в числе верхнего яруса целей предусмотреть такую целевую установку, как «совершенствование организации и управления системы обеспечения населения страны продовольствием, представляющим рациональные нормы потребления на основе цифровизации технологических процессов».

Как пример успешной реализации цифровой трансформации следует отметить функционирование в стране Федеральной государственной информационной системе «Меркурий» (ФГИС). На каждом этапе участники оборота пищевой продукции фиксируют действия с продуктами питания животного происхождения с помощью электронных или ветеринарных сопроводительных документов (ВСД) [19]. Дальнейшее углубление решаемых с помощью ФГИС «Меркурий» задач, расширение функционалов цифровых платформ на подобие данной системы в процессе организации и управлении производства и оборота пищевой продукции несомненно должны быть целевой задачей верхнего уровня целей доктрины комплексного обеспечения продовольственной безопасности населения страны.

Выводы. Выявленные отдельные аспекты процессов развития положений целеполагания обеспечения продовольствием в стране требуют их актуализации в соответствии с изменениями экономической среды, углубления знаний в системе государственного регулирования экономики. Подчеркнутые акценты не являются безусловной экономической истиной, но акцентируют внимание на необходимость учета предложений в системе дальнейшего улучшения обеспечения населения продуктами питания.

Подчеркнутые для каждой целевой задачи положения и особенности некоторых направлений деятельности будут несомненно способствовать повышению степени обоснованности обеспечения населения страны продуктами питания. Количественное значение целей может быть расширено в соответствии с рассмотренными направлениями действий по обеспечению продовольствием населения страны. При этом усиление комплексности и взаимосвязи системы мероприятий должно быть непременным направлением совершенствования целеполагания необходимого обеспечения продовольственной безопасности страны.

Генеральная цель обеспечения продовольственной безопасности страны должна как стержневой элемент пронизывать весь структурный срез воспроизводственных отношений, которые призваны быть экономическим базисом ее достижения. Грамотное, экономически обоснованное выделение и установление целей является залогом успешного решения требуемых задач обеспечения продуктами питания населения.

Список использованной литературы:

1. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20. URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001210021 (дата обращения: 20.10.2023).
2. *Мустафаева Р.Р.* Современные тенденции инвестиций в сельское хозяйство // Экономика, предпринимательство и право. 2021. Т. 11. № 6. С. 1457-1468. DOI: 10.18334/epp.11.6.112254.
3. Государственная программа «Комплексное развитие сельского хозяйства»:

постановление Правительства Российской Федерации от 31 мая 2019 года. URL: http://government.ru/rugovclassifier/878/events/ (дата обращения: 13.10.2023).
4. Постановление Правительства РФ от 06.09.2018 № 1063 «О предоставлении и распределении иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на возмещение части затрат на уплату процентов по инвестиционным кредитам (займам) в агропромышленном комплексе» (вместе с «Правилами предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на возмещение части затрат на уплату процентов по инвестиционным кредитам (займам) в агропромышленном комплексе»). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_306264/ (дата обращения: 13.10.2023).
5. Основные направления Стратегии устойчивого социально-экономического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года / Министерство образования и науки РФ, Российская академия наук, Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий, Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства (Москва). М.: Сам Полиграфист, 2018. 58 с.
6. Инвестиции и господдержка в сельском хозяйстве России: библиографический список литературы / сост. А. Г. Цырульник, С. В. Кислякова. М., 2023. 38 с.
7. *Бостанджян К.Р.* Анализ современного состояния системы продовольственной безопасности в Российской Федерации // Экономика, предпринимательство и право. 2021. Т. 11. № 11. С. 2589-2606. DOI: 10.18334/epp.11.11.113772.
8. *Лясников Н.В., Анищенко А.Н., Романова Ю.А.* Угрозы продовольственной безопасности Российской Федерации в условиях нового витка санкционной напряженности // Продовольственная политика и безопасность. 2023. Т. 10. № 3. С. 393-408. DOI: 10.18334/ppib.10.3.118331.
9. *Кулистикова Т.* Инвестпроекты снимают с паузы. АПК остается привлекательным для вложений, несмотря на трудности и падение рентабельности // Агроинвестор. 2023. № 8. URL: https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/40788-investproekty-snimayut-s-pauzy-apk-ostaetsya-privlekatelnym-dlya-vlozheniy-nesmotrya-na-trudnosti-i/ (дата обращения: 10.10.2023).
10. Названы главные риски отечественного АПК. URL: https://agrotrend.ru/news/26280-nazvany-glavnye-riski-otechestvennogo-apk (дата обращения: 12.10.2023).
11. *Решетникова Е.Г.* Долгосрочные тенденции трансформации институтов управления платежеспособным спросом на продовольствие // Продовольственная политика и безопасность. 2020. Т. 7. № 3. С. 199-214. DOI: 10.18334/ppib.7.3.110816.
12. *Танков А.М., Кузнецова Ю.А.* Экономическая безопасность региона: классификация определений и влияющих факторов // Общество: политика, экономика, право. 2023. № 3. С. 70-75.
13. Экономическое неравенство – Россия. URL: https://www.statista.com/outlook/co/socioeconomic-indicators/economic-inequality/russia (дата обращения: 12.10.2023).
14. *Хайруллина О.И.* Оценка финансовой доступности продовольствия: зарубежный и отечественный опыт // Продовольственная политика и безопасность. 2021. Т. 8. № 2. С. 107-118. DOI: 10.18334/ppib.8.2.112043.
15. *Башкатова А.* Доходы номинально растут – ценовая доступность продуктов снижается. URL: https://www.ng.ru/economics/2023-08-20/1_8804_food.html?PREVIEW_SECRET_KEY=e50d39916938b2bb5f6fb28e10a092c2&ysclid=lmnx54tai6550947584 (дата обращения: 12.10.2023).
16. Эффективная деградация: почему в России постоянно падает качество продуктов питания. https://newizv.ru/news/2023-07-27/effektivnaya-degradatsiya-pochemu-v-rossii-postoyanno-padaet-kachestvo-produktov-pitaniya-414686?ysclid=lo411mw6wr471422984 (дата обращения: 12.10.2023).
17. *Анищенко А.Н., Шутьков А.А.* Проблемы реализации Доктрины продовольственной

безопасности России // Продовольственная политика и безопасность. 2021. Т. 8. № 1. С. 9-22. DOI: 10.18334/ppib.8.1.111777.
18. *Волкогон В.А.* Подготовка кадров для рыбохозяйственного комплекса: состояние и перспективы. URL: https://seafoodexporussia.ru/files/presentations_reports/2021/businessprogram-materials/8_september/Generation_Z/Volkogon.pdf (дата обращения 17.19.2023).
19. *Поздняков В.* Что такое ФГИС «Меркурий», зачем существует и как работает. URL: https://kontur.ru/market/spravka/22776-chto_takoe_fgis_merkurij_zachem_sushhestvuet_i_kak_rabotaet?ysclid=lmpzuvjs6k446530766 (дата обращения: 13.10.2023).

References:

1. Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation № 20 of January, 21. 2020, *Ob utverzhdenii Doktriny` prodovol`stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii* [On the approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation]. (In Russian). Available at: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001210021 (accessed 20.10.2023).
2. Mustafayeva R.R. Sovremenny`e tendencii investicij v sel`skoe xozyajstvo [Modern trends of investments in agriculture]. *Ekonomika, predprinimatel`stvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law], 2021, vol. 11, no. 6, pp. 1457-1468. (In Russian). DOI: 10.18334/epp.11.6.112254.
3. Russian Federation. Resolution of the Government of the Russian Federation of May, 31, 2019, *Gosudarstvennaya programma «Kompleksnoe razvitie sel`skogo xozyajstva»* [The state program “Integrated development of agriculture”]. (In Russian). Available at: http://government.ru/ rugovclassifier/878/events/ (accessed 13.10.2023).
4. Russian Federation. Resolution of the Government of the Russian Federation № 1063 of September, 06, 2018 *O predostavlenii i raspredelenii inyh mezhbyudzhetnyh transfertov iz federal'nogo byudzheta byudzhetam sub"ektov Rossijskoj Federacii na vozmeshchenie chasti zatrat na uplatu procentov po investicionnym kreditam (zajmam) v agropromyshlennom komplekse" (vmeste s «Pravilami predostavleniya i raspredeleniya inyh mezhbyudzhetnyh transfertov iz federal'nogo byudzheta byudzhetam sub"ektov Rossijskoj Federacii na vozmeshchenie chasti zatrat na uplatu procentov po investicionnym kreditam (zajmam) v agropromyshlennom komplekse»).* [On the provision and distribution of other inter-budgetary transfers from the Federal Budget to the budgets of the Subjects of the Russian Federation for reimbursement of part of the costs of paying interest on investment loans (loans) in the agro-industrial complex" (together with “Rules for the provision and distribution of other inter-budgetary transfers from the federal budget to the budgets of the subjects Of the Russian Federation for reimbursement of part of the costs of paying interest on investment loans (loans) in the agro-industrial complex”)]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/ document/cons_doc_LAW_306264/ (accessed 13.10.2023).
5. *Osnovny`e napravleniya Strategii ustojchivogo social`no-ekonomicheskogo razvitiya agropromy`shlennogo kompleksa Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda* [The main directions of the Strategy of Sustainable socio-economic development of the agro-industrial complex of the Russian Federation for the period up to 2030]. Moscow, Sam Poligrafist Publ., 2018, 58 p. (In Russian)
6. Tsyrulnik A.G., Kislyakova S.V. (comps.) *Investicii i gospodderzhka v sel`skom xozyajstve Rossii: bibliograficheskij spisok literatury* [Investments and state support in agriculture in Russia: bibliographic list of references]. Moscow, 2023, 38 p. (In Russian)
7. Bostanjyan K.R. Analiz sovremennogo sostoyaniya sistemy` prodovol`stvennoj bezopasnosti v Rossijskoj Federacii [Analysis of the current state of the food security system in the Russian Federation]. *Ekonomika, predprinimatel`stvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law], 2021, vol. 11, no. 11, pp. 2589-2606. (In Russian). DOI: 10.18334/epp.11.11.113772.
8. Lyasnikov N.V., Anishchenko A.N., Romanova Yu.A. Ugrozy` prodovol`stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii v usloviyax novogo vitka sankcionnoj napryazhennosti

[Threats to food security of the Russian Federation in the conditions of a new round of sanctions tension]. *Prodovol`stvennaya politika i bezopasnost* [Food policy and security], 2023, vol. 10, no. 3, pp. 393-408]. (In Russian). DOI: 10.18334/ppib.10.3.118331.

9. Kulistikova T. Investproekty` snimayut s pauzy`. APK ostaetsya privlekatel`ny`m dlya vlozhenij, nesmotrya na trudnosti i padenie rentabel`nosti [Investment projects are being taken off pause. The agro-industrial complex remains attractive for investments, despite difficulties and falling profitability]. *Agroinvestor* [Agroinvestor], 2023, no. 8. (In Russian). Available at: https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/40788-investproekty-snimayut-s-pauzy-apk-ostaetsya-privlekatelnym-dlya-vlozheniy-nesmotrya-na-trudnosti-i/ (accessed 10.10.2023).
10. *Nazvany` glavny`e riski otechestvennogo APK* [The main risks of the domestic agro-industrial complex are named]. (In Russian). Available at: https://agrotrend.ru/news/26280-nazvany-glavnye-riski-otechestvennogo-apk (accessed 12.10.2023).
11. Reshetnikova E.G. Dolgosrochny`e tendencii transformacii institutov upravleniya platezhesposobny`m sprosom na prodovol`stvie [Long-term trends in the transformation of institutions for managing effective demand for food]. *Prodovol`stvennaya politika i bezopasnost`* [Food policy and security], 2020, vol. 7, no. 3, pp. 199-214. (In Russian). DOI: 10.18334/ppib.7.3.110816.
12. Tankov A.M., Kuznetsova Yu.A. Ekonomicheskaya bezopasnost` regiona: klassifikaciya opredelenij i vliyayushhix faktorov [Economic security of the region: classification of definitions and influencing factors]. *Obshhestvo: politika, ekonomika, pravo* [Society: politics, economics, law], 2023, no. 3, pp. 70-75. (In Russian).
13. *Ekonomicheskoe neravenstvo – Rossiya* [Economic inequality – Russia]. (In Russian). Available at: https://www.statista.com/outlook/co/socioeconomic-indicators/economic-inequality/russia (accessed 12.10.2023).
14. Khairullina O.I. Ocenka finansovoj dostupnosti prodovol`stviya: zarubezhny`j i otechestvenny`j opy`t [Assessment of financial accessibility of food: foreign and domestic experience]. *Prodovol`stvennaya politika i bezopasnost`* [Food policy and security], 2021, vol. 8, no. 2, pp. 107-118. (In Russian). DOI: 10.18334/ppib.8.2.112043.
15. Bashkatova A. *Doxody` nominal`no rastut – cenovaya dostupnost` produktov snizhaetsya* [Incomes are nominally growing – the price availability of products is decreasing]. (In Russian). Available at: https://www.ng.ru/economics/2023-08-20/1_8804_food.html?PREVIEW_SECRET_KEY=e50d39916938b2bb5f6fb28e10a092c2&ysclid=lmnx54tai6550947584 (accessed 12.10.2023).
16. *E`ffektivnaya degradaciya: pochemu v Rossii postoyanno padaet kachestvo produktov pitaniya* [Effective degradation: why the quality of food is constantly falling in Russia]. (In Russian). Available at: https://newizv.ru/news/2023-07-27/effektivnaya-degradatsiya-pochemu-v-rossii-postoyanno-padaet-kachestvo-produktov-pitaniya-414686?ysclid=lo411mw6wr471422984 (accessed 12.10.2023).
17. Anishchenko A.N., Shutkov A.A. Problemy` realizacii Doktriny` prodovol`stvennoj bezopasnosti Rossii [Problems of implementation of the Doctrine of food security of Russia]. *Prodovol`stvennaya politika i bezopasnost* [Food policy and security], 2021, vol. 8, no. 1, pp. 9-22. (In Russian). DOI: 10.18334/ppib.8.1.111777.
18. Volkogon V.A. *Podgotovka kadrov dlya rybohozyajstvennogo kompleksa: sostoyanie i perspektivy* [Personnel training for the fisheries complex: state and prospects]. (In Russian). https://seafoodexporussia.ru / (accessed: 17.09.2023).
19. Pozdnyakov V. *Chto takoe FGIS «Merkurij», zachem sushhestvuet i kak rabotaet* [What is FSIS “Mercury”, why it exists and how it works]. (In Russian). Available at: https://kontur.ru/market/spravka/22776-chto_takoe_fgis_merkurij_zachem_sushhestvuet_i_kak_rabotaet?ysclid=lmpzuvjs6k446530766 (accessed 13.10.2023).

Сведения об авторе / Information about author

Сергеев Леонид Иванович	д-р экон. наук, профессор, заслуженный экономист Российской Федерации Калининградский государственный технический университет 236022, Россия, Калининград, Советский проспект, 1 doc_sergeevli@mail.ru
Sergeev Leonid Ivanovich	Dr. Sci. (Econ.), Professor, Honored Economist of the Russian Federation Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia 236022, Russia, Kaliningrad, Sovetsky ave., 1 doc_sergeevli@mail.ru

УДК [330:639.2/3]:004.896 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.031**

Скоробогатова В.В., Логунова Н.А.

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Аннотация. В статье изучена проблема применения искусственного интеллекта в рыбохозяйственном комплексе; рассмотрены направления его развития, к наиболее значимым из которых относятся: отслеживание операций, связанных с рыбной продукцией, проверка их качества, автоматизация бизнес-процессов и прогнозирование спроса на рыбопродукцию. Установлено, что искусственный интеллект является действенным инструментом при проведении сбора и анализа данных о популяции и поведении рыб, их миграционных маршрутах и местоположении, уровнях улова и экологических факторах. Аргументировано, что сбор и систематизация информации в цепочке добавленной стоимости рыбной продукции, а также улучшение селективности вылова рыбы позволит не только существенно снизить производственные и логистические издержки, но и повысить эффективность рыбохозяйственной деятельности и качественные характеристики рыбопродукции.
Ключевые слова: рыбохозяйственный комплекс, искусственный интеллект, информация, рыбопродукция, автоматизация.

Skorobogatova V.V., Logunova N.A.

ON THE QUESTION OF THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FISHERY COMPLEX

Abstract. The article studies the problem of using artificial intelligence in the fishery complex; The directions of its development are considered, the most significant of which include: tracking operations related to fish products, checking their quality, automating business processes and forecasting demand for fish products. Artificial intelligence has been found to be an effective tool in collecting and analyzing data on fish populations and behavior, their migration routes and locations, catch levels and environmental factors. It is argued that collecting and systematizing information in the value chain of fish products, as well as improving the selectivity of fish catching, will not only significantly reduce production and logistics costs, but also increase the efficiency of fisheries activities and the quality characteristics of fish products.
Keywords: fishery complex, artificial intelligence, information, fish products, automation.

Введение. Современные реалии цифрового развития общества свидетельствуют о возрастании значимости использования искусственного интеллекта во всех сферах деятельности предприятий и организаций реального сектора экономики. Рыбохозяйственный комплекс, имеющий важное значение в контексте обеспечения продовольственной безопасности и улучшения качества жизни населения, на сегодняшний день как никогда ранее нуждается в коренном преобразовании процессов управления информационными потоками, как в части организации логистических операций, так и в части добычи и производства продукции из гидробионтов. Вследствие чего, рассмотрение возможностей применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) при осуществлении рыбохозяйственной деятельности приобретает несомненную актуальность и своевременность.

Целью исследования является изучение перспективных направлений применения технологий искусственного интеллекта в рыбной отрасли.

Материалы и методы исследования. Вопросам внедрения технологий искусственного интеллекта в передовых отраслях и комплексах уделяется внимание как на уровне государственного управления, так и на уровне отдельных субъектов предпринимательства,

строящих бизнес на инновационной основе.

Вместе с тем, проблема применения искусственного интеллекта в рыбохозяйственном комплексе, в частности в его таких секторах, как рыболовство и рыбоводство, рассматривается в большей мере зарубежными учеными [1-7]. В отечественной научной литературе исследования в области искусственного интеллекта, несмотря на их перспективность и значимость для развития отрасли, представлены фрагментарно и не охватывают в полной мере все аспекты его применения [8, 9].

В качестве методов исследования в статье были использованы такие как: систематизация и обобщение (для выявления основных направлений применения ИИ в рыбной отрасли), статистический анализ (для оценки динамики и тенденций развития рыбохозяйственного комплекса), индукция и дедукция (для анализа использования ИИ в производственных и технологических процессах) и др.

Результаты исследования и их обсуждение. В Российской Федерации вид экономической деятельности «рыболовство и рыбоводство» является прибыльным, его рентабельность на протяжении последних шести лет сохраняется на уровне 50-55 % (рис. 1). Несмотря на наметившуюся тенденцию к снижению количества организаций и среднегодовой численности работников, задействованных в сфере рыболовства и рыбоводства, отрасль динамично развивается. Так, согласно данным Росрыболовства, по итогам трех кварталов 2023 года производство аквакультуры в Российской Федерации выросло на 6 %, а вылов рыбы и морепродуктов увеличился на 11 % по сравнению с аналогичным периодом 2022 г. Положительная динамика отмечается и по лососевой путине, в 2023 г. добыто более 608 тыс. тонн, что в 2,2 раза выше уровня прошлого года [10].

Рисунок 1 – Отдельные показатели развития рыбохозяйственного комплекса России за 2003-2021 гг.
Источник: составлено авторами с использованием [11]

С целью повышения эффективности деятельности и снижения издержек, связанных с производством рыбной продукции, в рассматриваемой отрасли наметился тренд автоматизации существенной доли производственных и логистических процессов, который включает в себя широкое внедрение искусственного интеллекта, основные направления развития которого соответствуют утвержденной Национальной стратегии (рис. 1) [12].

Рисунок 2 – Основные направления развития ИИ
Источник: составлено авторами с использованием [12]

Отметим, что в рыбной отрасли применение технологий искусственного интеллекта в большей мере направлено на сбор и систематизацию информации о рыбной продукции с момента ее вылова (выращивания) по всей цепочке добавленной стоимости, заканчивая ее конечным потреблением; а также на высокоселективный вылов рыбы.

Для выявления основных тенденций и условий развития указанных выше направлений рассмотрим их более детально.

Сбор и систематизация информации в цепочке добавленной стоимости рыбной продукции является достаточно сложной задачей и включает в себя данные, относящиеся к: вылову (выращиванию) рыбы; оптовой продаже (импорту) рыбы для целей переработки и дальнейшей перепродажи; транспортировке рыбы; переработке рыбной продукции; продаже ритейлерским компаниям, отелям, ресторанам и пр.

Информация о происхождении рыбной продукции имеет ключевое значение, в первую очередь, с точки зрения защиты жизни и здоровья потребителей, а также, но в меньшей мере, с точки зрения желания покупателей быть осведомленными об экологических аспектах производства, процессах переработки и транспортировки потребляемой рыбной продукции. Такие данные должны собираться по всей цепочке добавленной стоимости и вноситься в специальный единый реестр (платформу), доступный для лиц, заинтересованных в получении содержащейся в нем информации (например, участники цепочки добавленной стоимости, компетентные государственные органы и, в определенных случаях, конечные потребители). Однако формирование такого реестра без использования соответствующих средств автоматизации сбора и агрегирования такого объема информации практически невозможно. Кроме того, использование искусственного интеллекта позволяет значительно улучшить эффективность производственных и логистических процессов в рыбной отрасли. Необходимо отметить, что во многих странах мира внедрение искусственного интеллекта продиктовано и требованиями законодательства, в том числе в части соблюдения соответствующего уровня качества рыбной продукции и защиты окружающей среды.

В целом, можно выделить следующие основные области, где применение искусственного интеллекта для целей сбора и агрегирования информации представляет особый интерес:

1) Безопасность и качество рыбной продукции.

Обеспечение безопасности и надлежащего качества рыбной продукции, в том числе предотвращение и пресечение умышленного искажения информации о продукции, а также ее фальсификации является важной задачей как для отрасли в целом, так и её подотраслей. При этом одной из ключевых проблем выступает искажение информации о сорте рыбы, так как его определение в некоторых случаях весьма затруднительно. С помощью ИИ возможно посредством сбора соответствующей информации о той или иной рыбной продукции не только определять сорт рыбы, но и устанавливать уровень содержания в ней вредных веществ, что позволяет предотвратить попадание на рынок некачественной продукции, представляющей опасность для жизни и здоровья конечных потребителей.

2) Соблюдение принципов устойчивого развития при производстве, хранении, переработке и транспортировке рыбной продукции.

На сегодняшний день соблюдение принципов устойчивого развития играет важную роль в деятельности любого предприятия, в том числе и предприятий рыбохозяйственного комплекса. Отметим, что внедрение искусственного интеллекта в производственные и технологические процессы также способствует реализации субъектами рыбохозяйственной деятельности принципов устойчивого развития, в частности, посредством отслеживания нереста рыб, мониторинга и прогнозирования вылова рыбы, обнаружения её незаконного вылова, снижения объемов используемого топлива и пр.

3) Производственные процессы, в частности, для целей их мониторинга, контроля и оптимизации.

Традиционно рыбоперерабатывающие предприятия отличаются незначительной долей использования автоматизированных процессов, что приводит к снижению эффективности производства и качества производимой рыбной продукции. При этом отходы производства варьируются от 40% до 60% от общей массы сырья, что значительно сдерживает развитие отрасли. Вследствие чего для сокращения издержек производства и повышения его эффективности активно внедряются технологии искусственного интеллекта, позволяющие как обнаружить кости и прочие непригодные к употреблению составляющие в рыбной продукции, так и внедрить различные технологии переработки рыбы в зависимости от её свойств (плотность, размеры и пр.) для снижения удельного веса отходов, провести визуальный анализ рыбной продукции для улучшения процесса упаковки, а также спрогнозировать энергетические расходы при переработке рыбы.

Кроме того, технологии искусственного интеллекта используются для прогнозирования спроса на продукцию рыбохозяйственного предприятия в целях соответствующего таргетирования объема производства и минимизации запасов готовой продукции.

4) Логистические процессы для обеспечения наиболее оптимальных условий хранения и перевозки.

Высокие темпы роста объема информации, связанной с хранением и транспортировкой рыбопродукции, явились предпосылкой для внедрения в логистические процессы технологий искусственного интеллекта с целью построения эффективной системы сбора и агрегирования необходимых данных. Так, сбор информации, относящейся к транспортировке рыбной продукции, заключается, в первую очередь, в отслеживании информации о передвижении контейнеров с рыбной продукцией, а также получении данных об условиях хранения рыбной продукции в процессе её транспортировки (температура, давление и пр.) Для сохранения соответствующего качества рыбной продукции в ходе ее транспортировки оператор обязан выполнять четыре главных требования:

– обеспечивать автоматическую передачу отправителю и/или получателю (в зависимости от того, кто несет риски, связанные с транспортировкой рыбной продукции) данных мониторинга и отслеживания перемещения груза;

– немедленно уведомлять отправителя и/или получателя о непредвиденных обстоятельствах, связанных с грузом для того, чтобы отправитель/получатель мог предпринять меры по предотвращению порчи или потери рыбной продукции;

– совершенствовать процесс принятия решений посредством анализа информации, собранной по результатам совершенных перевозок рыбной продукции;

– осуществлять прогнозный анализ потенциальных чрезвычайных ситуаций, которые могут привести к повреждению или утрате рыбной продукции при транспортировке и предложить меры по их предотвращению.

Соответственно, для достижения вышеназванных целей компании, осуществляющие транспортировку рыбной продукции, также применяют технологии искусственного интеллекта. Например, искусственный интеллект внедряется для расчёта примерного времени транспортировки, что помогает улучшить прогнозный анализ потенциальных чрезвычайных ситуаций. Отдельные технологии искусственного интеллекта позволяют предварительно устанавливать точные условия транспортировки (необходимую температуру, требуемые площади и объемы контейнеров для перевозки рыбной продукции и др.).

Кроме того, значительная доля логистических издержек приходится на хранение рыбной продукции. Используемые сегодня способы прогнозирования и анализа отличаются низким уровнем эффективности, так как собранная информация характеризуется значительной степенью неопределенности. Для преодоления данной проблемы организации, осуществляющие хранение рыбной продукции, также инициировали внедрение в свои бизнес-процессы технологии искусственного интеллекта. Так, искусственный интеллект внедряется для целей прогнозирования реализации хранящейся на складе рыбной продукции, что приводит к значительному улучшению эффективности управления складом. Ряд компаний использует искусственный интеллект для прогнозирования среднего срока хранения на складе различных видов рыбной продукции, что также позволяет существенно улучшить процесс планирования использования складских помещений.

5) Анализ конечного потребления рыбной продукции.

Ключевым участником рынка рыбной продукции является конечный потребитель. Соответственно, для остальных субъектов рыбохозяйственной деятельности важным является определение предпочтений потребителя, его паттернов потребления, а также иных обстоятельств, влияющих на выбор им рыбной продукции, в том числе: регулярность, размер покупок рыбной продукции отдельными группами потребителей, относительная доля потребления различных сортов рыбы и др. Для сбора и систематизации соответствующей информации, а именно, о покупательских предпочтениях, рейтингах и отзывах потребителей, участниками рынка также используются технологии искусственного интеллекта. Например, существуют технологии, которые позволяют прогнозировать потребление рыбной продукции в пределах определенной территории или определенной группой потребителей. Кроме того, искусственный интеллект позволяет установить взаимосвязь между предпочтениями рыбной продукции в зависимости от социально-экономического положения потребителей.

Как было отмечено ранее, еще одним перспективным направлением использования искусственного интеллекта в рыбной отрасли является его использование для целей высокоселективного вылова рыбы. Селективный вылов рыбы представляет собой вылов рыбы, соответствующей заранее установленным критериям, к примеру, по виду, сорту, размеру или полу (или совокупности каких-либо критериев). При этом рыба, не соответствующая установленным параметрам, отсеивается либо предварительно, не попадая таким образом в общий улов, либо впоследствии выпускается обратно в воду без какого-то вреда для нее. По сути, процесс селективного вылова начинается задолго до момента начала самого вылова, а именно с планирования вылова и поиска соответствующей рыбы, и непосредственно добычи рыбы специально приспособленным для этого оборудованием. Заканчивается данный процесс отсеиванием рыбы на борту рыболовецкого судна, когда рыба, не соответствующая установленным критериям, выпускается обратно в воду.

Традиционно для улучшения качества селективного вылова рыбопромышленные предприятия и производители рыболовного оборудования делали акцент на изобретении и

применении нового или модифицированного оборудования, которое обеспечивает процессы таргетирования и сортировки рыбы. Однако, в настоящий момент коммерческий вылов рыбы отличается невысоким уровнем развития селективности, так как прогнозирование и таргетирование будущего вылова осуществляется на основе результатов (в том числе состава выловленной рыбы) предыдущих периодов. По сути, такой подход предполагает, что рыболовецкие компании получают лишь незначительную часть необходимой информации, то есть, они не могут в полной мере контролировать процесс вылова определенного вида рыбы. Таким образом, уровень селективности вылова рыбы мог бы значительно возрасти при внедрении систем, позволяющих точно определять места обитания рыб определенного сорта и вида, а также идентифицировать виды, сорта и размеры рыбы, подлежащей вылову.

Для указанных целей в настоящее время значительное количество рыболовецких компаний внедряют технологии ИИ, которые способствуют росту эффективности следующих процессов:

1. Прогнозирование и планирование рыболовства.

Высокий уровень цифровизации судов кошелькового невода позволяет получить доступ к значительному объему информации, которая может быть использована для оптимизации процессов прогнозирования и планирования вылова рыбы. Однако в связи с большим объемом необходимых данных, различных источников этих данных, а также низкого качества полученной информации их использование возможно только после проведения глубокого анализа и систематизации. Вследствие чего, для обработки информации рыбодобывающие компании внедряют технологии, которые значительно повышают качество «сырой» информации и позволяют использовать ее для решения различных задач, в том числе прогнозирования и планирования деятельности. К уже внедренным технологиям искусственного интеллекта в данной области относится машинное обучение, используемое при прогнозировании выловов и моделировании распределения видов рыб для оптимизации поиска и определения скопления необходимого их вида. Такие технологии искусственного интеллекта позволяют быстрее адаптироваться к постоянно меняющимся биологическим, океанографическим и экономическим условиям осуществления рыбохозяйственной деятельности и являются менее времязатратными по сравнению с традиционными способами прогнозирования и планирования, которые отличаются статичностью и ограничены пространственно-временными рамками.

2. Своевременное наблюдение и мониторинг вылова.

Широко используемые в настоящее время способы мониторинга вылова рыбы предполагают значительные объемы хранилища информации (для результатов видео- и фотофиксации) и её обработку человеком. Для эффективного применения данных способов осуществляется внедрение систем автоматической обработки имеющихся данных. Так, проведенные исследования показывают, что модели глубокого обучения (deep learning), используемые для обнаружения объектов и их классификации, представляют собой эффективное средство обработки значительного объема информации на борту рыболовецких судов. Как правило, получение информации посредством подводной видеофиксации связано с таким недостатком, как низкий уровень видимости. Преодоление данного недостатка также возможно благодаря использованию технологий искусственного интеллекта. Так, для этих целей могут быть использованы системы 3D-камер с применением метода формирования стереоизображений, которые позволяют устанавливать местоположение рыбы и ее размеры даже в мутной воде. Кроме того, на сегодняшний день уже разработаны алгоритмы автоматизированной обработки информации, применение которых обеспечит осуществление мониторинга и наблюдения в режиме реального времени. Ведутся работы по созданию соответствующего оборудования, использующего данные алгоритмы для их практического использования, в чанализа вылова. Следует отметить, что внедрение технологии ИИ возможно при условии создания соответствующей информационной инфраструктуры, позволяющей оперативно передавать получаемую информацию при помощи оборудования на рыболовецком судне в центры её накопления и обработки, что также представляет

определенные сложности, особенно в случае вылова рыбы в глубинных водах.

3. Своевременное принятие решений.

Современное развитие систем искусственного интеллекта в области анализа фотографий с использованием технологий машинного обучения позволяет осуществлять как идентификацию видов рыбы в режиме реального времени, так и автоматически анализировать полученные данные. Внедрение таких систем делает возможным принятие оперативных решений, связанных с выловом рыбы, в том числе относительно того, начинать или прекращать вылов рыбы с учетом полученной информации относительно особенностей рыбы в предполагаемой зоне вылова.

Кроме того, искусственный интеллект может применяться и для целей автоматизации некоторых процессов, связанных с выловом рыбы, например, при наступлении непредвиденных обстоятельств удаленно включать/выключать световое оборудование на судне, осуществлять действия для привлечения рыбы. Технологии искусственного интеллекта также могут применяться для повышения качества получаемой при помощи гидролокатора информации о рыбе. Так, например, суда, оснащенные гидролокатором, могут осуществлять поиск рыбы, устанавливать сорт рыбы и ее размер, что в значительной степени улучшит уровень информированности относительно рыбы, обитающей в месте предполагаемого вылова, и позволит принимать более обоснованные решения о начале добычи данной рыбы.

Выводы. Таким образом, ИИ в рыбохозяйственном комплексе имеет значительный потенциал и является действенным инструментом при проведении сбора и анализа данных о популяции и поведении рыб, их миграционных маршрутах и местоположении, уровнях улова и экологических факторах. С помощью ИИ возможно устранить незаконное, нерегистрируемое и нерегулируемое рыболовство за счет анализа информации о передвижении судов, изучения спутниковых снимков и данных радаров, что позволит своевременно как получать сведения о подозрительной рыбохозяйственной деятельности, так и идентифицировать недобросовестных судовладельцев.

Сбор и систематизация информации в цепочке добавленной стоимости рыбной продукции, а также улучшение селективности вылова рыбы позволит не только существенно снизить производственные и логистические издержки, но и повысить эффективность рыбохозяйственной деятельности и качественные характеристики рыбопродукции.

Список использованной литературы:

1. *Lim L.W.K.* Implementation of Artificial Intelligence in Aquaculture and Fisheries: Deep Learning, Machine Vision, Big Data, Internet of Things, Robots and Beyond // Journal of Computational and Cognitive Engineering. 2023. Vol. 00 (00)-7. DOI: 10.47852/bonviewJCCE3202803.
2. *Chiu M.C., Yan W.M., Bhat S.A., Huang N.F.* Development of smart aquaculture farm management system using AI-based surrogate models // Journal of Agriculture and Food Research. 2022. № 9. P. 100357.
3. *Chrispin L., Jothiswaran V. V., Velumani T., Agnes D. A.S., Jayaraman R.* Application of artificial intelligence in fisheries and aquaculture // Biotic a Research Today. 2020. № 2 (6). P. 499-502.
4. *Malik S., Kumar T., Sahoo A.K.* A novel approach to fish disease diagnostic system based on machine learning // Adv. Image Video Process. 2017. Vol. 5 (1). P. 49. DOI: 10.14738/aivp.51.2809.
5. *Abedin J., Jamwal A., Brahmchari R. K., Kumar A.* Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Fisheries // Vigyan Varta. 2022. Vol. 3 (8). P. 127-130.
6. *Asche F., Sandvold Roll K.H. et al*. Salmon aquaculture: Larger companies and increased production // Aquaculture Economics & Management. 2013. Vol. 17. № 3. P. 322-339. DOI: 10.1080/13657305.2013.812156.
7. *Atle O.* Challenges and opportunities with aquaculture growth // Aquaculture Economics &

Management. 2020. Vol. 24. № 2. P. 123-127. DOI: 10.1080/13657305.2019.1704937.
8. *Черданцев В.П., Свечникова Т.М., Тронина М.В.* Технологии искусственного интеллекта в аквакультуре // Вопросы рыболовства. 2022. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-v-akvakulture (дата обращения: 12.11.2023).
9. *Скоробогатова В.В., Логунова Н.А.* Информационное обеспечение рыбохозяйственного комплекса на основе внедрения современных технологий распределенного реестра // Вестник КГМТУ. 2021. № 4. С. 351-365.
10. Федеральное агентство по рыболовству: официальный сайт. URL: https://fish.gov.ru/ (дата обращения 15.11.2023).
11. Регионы России. Социально-экономические показатели: стат. сб. 2022. М.: Росстат., 2022. 1122 с.
12. О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»): указ Президента Российской Федерации № 490 от 10.10.2019 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/ (дата обращения 15.11.2023).

References:

1. Lim L.W.K. Implementation of Artificial Intelligence in Aquaculture and Fisheries: Deep Learning, Machine Vision, Big Data, Internet of Things, Robots and Beyond. *Journal of Computational and Cognitive Engineering*, 2023, vol. 00 (00)-7. (In English). DOI: 10.47852/bonviewJCCE3202803.
2. Chiu M.C., Yan W.M., Bhat S.A., Huang N.F. Development of smart aquaculture farm management system using AI-based surrogate models. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2022, no. 9, pp. 100357. (In English).
3. Chrispin L., Jothiswaran V. V., Velumani T., Agnes D. A.S., Jayaraman R. Application of artificial intelligence in fisheries and aquaculture. *Biotic a Research Today*, 2020, no. 2 (6), pp. 499-502. (In English).
4. Malik S., Kumar T., Sahoo A.K. A novel approach to fish disease diagnostic system based on machine learning. *Adv. Image Video Process*, 2017, vol. 5 (1), p. 49. DOI: 10.14738/aivp.51.2809. (In English).
5. Abedin J., Jamwal A., Brahmchari R. K., Kumar A. Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Fisheries. *Vigyan Varta*, 2022, vol. 3(8), pp. 127-130. (In English).
6. Asche F., Sandvold Roll K.H. et al. Salmon aquaculture: Larger companies and increased production. *Aquaculture Economics & Management*, 2013, vol. 17, no. 3, pp. 322-339. (In English). DOI: 10.1080/13657305.2013.812156.
7. Atle O. Challenges and opportunities with aquaculture growth. *Aquaculture Economics & Management*, 2020, vol. 24, no. 2, pp. 123-127. (In English). DOI: 10.1080/13657305.2019.1704937.
8. Cherdantsev V.P., Svechnikova T.M., Tronina M.V. Tekhnologii iskusstvennogo intellekta v akvakul'ture [Artificial intelligence technologies in aquaculture]. *Voprosy rybolovstva* [Fisheries Issues], 2022, no. 3. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-v-akvakulture (accessed 12.11.2023).
9. Skorobogatova V.V., Logunova N.A. Informatsionnoye obespecheniye rybokhozyaystvennogo kompleksa na osnove vnedreniya sovremennykh tekhnologii raspredelennogo reyestra [Information support for the fishery complex based on the introduction of modern distributed registry technologies]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2021, no. 4, pp. 351-365. (In Russian).
10. *Sayt Federal'nogo agentstva po rybolovstvu* [Website of Federal Agency for Fisheries]. (In Russian). Available at: https://fish.gov.ru/ (accessed 15.11.2023).
11. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskiye pokazateli. 2022* [Regions of Russia. Socio-

economic indicators. 2022]. Moscow, Rosstat. Publ., 2022, 1122 p. (In Russian).
12. Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation № 490 of October 10, 2019, *O razvitii iskusstvennogo intellekta v Rossiyskoy Federatsii» (vmeste s «Natsional'noy strategiyey razvitiya iskusstvennogo intellekta na period do 2030 goda»)* [On the development of artificial intelligence in the Russian Federation (together with the "National Strategy for the Development of Artificial Intelligence for the period until 2030")]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/ (accessed 15.11.2023).

Сведения об авторе / Information about author

Скоробогатова Виктория Викторовна	канд. экон. наук, заведующий кафедрой экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 kgmtu@kgmtu.ru
Skorobogatova Victoria Viktorovna	Ph.D. (Econ.), Head of the Department of Economics and Humanities Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 kgmtu@kgmtu.ru
Логунова Наталья Анатольевна	д-р экон. наук, проректор по научной работе Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 kgmtu@kgmtu.ru
Logunova Natalya Anatolyevna	Dr. Sci. (Econ.), Vice-rector for research Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 kgmtu@kgmtu.ru

УДК 658.15 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.032**

Сушко Н.А.

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕГО ФИНАНСОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Определена необходимость снижения финансовых рисков на результаты деятельности предприятия. Классифицированы меры совершенствования системы управления финансовыми рисками предприятия. Разработана функциональная структура механизма управления финансовыми рисками предприятия. Схематично показана взаимосвязь механизма управления финансовыми рисками предприятия с другими механизмами экономического регулирования. Охарактеризованы внутренние и внешние угрозы, которые влияют на финансовые интересы предприятия. Выделены задачи, требующие первоочередного решения с целью предупреждения воздействия финансовых рисков на деятельность предприятия. Разработана система индикаторов усиления контроля за дебиторской задолженностью с целью снижения финансовых рисков предприятия. Выделены четыре типа дебиторской задолженности. Предложены критерии классификации дебиторской задолженности предприятия. Разработаны меры воздействия на дебиторскую заложенность. Определен тип дебиторской задолженности на примере предприятия рыбной отрасли.
Ключевые слова: финансовые риски, финансовая безопасность, механизм, индикаторы, дебиторская задолженность, мониторинг.

Sushko N.A.

DEVELOPMENT OF A MECHANISM FOR MANAGING FINANCIAL RISKS OF FISHING INDUSTRY ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF ENSURING ITS FINANCIAL SECURITY

Abstract. The necessity of reducing financial risks on the results of the company's activities has been determined. Measures to improve the financial risk management system of the enterprise are classified. The functional structure of the financial risk management mechanism of the enterprise has been developed. The relationship of the financial risk management mechanism of an enterprise with other mechanisms of economic regulation is schematically shown. The internal and external threats that affect the financial interests of the enterprise are characterized. The tasks that require priority solutions in order to prevent the impact of financial risks on the company's activities are highlighted. A system of indicators has been developed to strengthen control over accounts receivable in order to reduce the financial risks of the enterprise. There are four types of accounts receivable. Criteria for the classification of accounts receivable of the enterprise are proposed. Measures have been developed to influence accounts receivable. The type of accounts receivable is determined by the example of a fishing industry enterprise.
Keywords: financial risks, financial security, mechanism, indicators, accounts receivable, monitoring.

Введение. Проявление угроз безопасности экономики предприятия отражается на его финансовом состоянии, что обуславливает необходимость применения системы управления финансовыми рисками, которая должна учитывать альтернативные пути обеспечения безопасности предприятия.

Современное состояние экономики Российской Федерации существенно усложняет условия деятельности хозяйствующих субъектов, поэтому возникает объективная необходимость снижения финансовых рисков в рыночных условиях путем внедрения соответствующего механизма управления.

Государство как регулятор предпринимательской деятельности создает предпосылки для предупреждения негативного воздействия финансовых рисков в виде оптимальной монетарной, валютной, инвестиционной, бюджетно-налоговой и других политик, а субъекты предпринимательства используют предоставленные возможности с целью максимизации ожидаемых финансовых результатов.

Снижения воздействия финансовых рисков в условиях глобализации, прежде всего, предполагает улучшение основных показателей развития предприятий, достижение уровня стран с развитой экономикой. Для этого необходимо осуществлять постоянный анализ деятельности предприятий и использовать мировой опыт минимизации финансовых рисков, как на государственном уровне, так и на уровне субъектов хозяйствования.

Целью исследования является разработка механизма управления финансовыми рисками предприятия в контексте обеспечения его финансовой безопасности, а также адаптация его для предприятий рыбной отрасли.

Материалы и методы исследования. В статье использованы результаты научных исследований учёных-экономистов, изучающих особенности управления финансовыми рисками в контексте обеспечения финансовой безопасности предприятия.

Вопросы управления финансовыми рисками в системе экономической безопасности предприятия находятся в сфере научных исследований современной проблематики инновационного развития. Исследования в этом направлении осуществляли как отечественные, так и зарубежные ученые, в частности: Eshna Verma [1], Hayes Adam [2], Белорус Л. А., Сушко Н. А. [3], Бланк И.А. [4], Кстенин В. С. [5], Лукьяненко А.В., Кузьмичева И.А. [6], Пименов Н. А. [7], Тетерева К.Э. [8], Уманец В. А., Дивиза Н. А. [9], Яркина Н. Н., Яркин А. Е. [10] и др.

Разработанный механизм управления финансовыми рисками основан на применении коэффициентного метода, предполагающего расчет различных относительных показателей, характеризующих индикатор состояния дебиторской задолженности предприятия.

Результаты исследования и их обсуждение. Важным целевым направлением системы снижения финансовых рисков предприятия является создание необходимых финансовых предпосылок устойчивого роста предприятия в текущем и перспективном периодах.

Например, наблюдая несовершенство методологии в сфере коэффициентного анализа финансового состояния субъектов предпринимательства, целесообразно предложить следующие меры совершенствования системы управления финансовыми рисками:

– уточнение нормативов по основным коэффициентам финансового анализа, а также разработка нормативов по отдельным видам экономической деятельности;

– разработка системы критериев и индикаторов оценки уровня экономической безопасности предпринимательства региона и ее систематический мониторинг;

– определение уровня конкурентных преимуществ предприятия во взаимодействии с внешней и внутренней средой;

– уточнение экономико-математических методов и моделей, позволяющих комплексно описывать все составляющие системы управления финансовыми рисками предприятия и взаимосвязи между ними;

– осуществление мониторинга и прогнозирования основных финансовых индикаторов системы экономической безопасности предприятия на основе трендовых моделей, динамики отдельных показателей эффективности функционирования системы безопасности или трендовой модели динамики обобщенного показателя и тому подобное.

Отработка механизма управления финансовыми рисками предприятия будет гарантировать противодействие угрозам финансового характера, стабильное развитие предприятия, его прибыльное функционирование и повышение экономического потенциала.

«Финансовая безопасность предприятия отражает защищенность его деятельности от отрицательного влияния внешней среды, а также способность быстро устранить различные угрозы или приспособиться к существующим условиям, которые не сказываются отрицательно на его деятельности. Содержание этого понятия включает в себя систему

средств, которые обеспечивают конкурентоспособность и финансовую стабильность предприятия, а также способствуют повышению уровня благосостояния работников» [7, с. 129].

Точное оценивание финансовых угроз предприятия, разработка и реализация методов нейтрализации негативного влияния этих угроз требуют построения адекватного механизма управления финансовыми рисками.

Применение комплексного подхода обуславливает необходимость формирования функциональной структуры механизма управления финансовыми рисками предприятия, которая отображена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Функциональная структура механизма управления финансовыми рисками предприятия

В составе механизма управления финансовыми рисками предприятия целесообразно выделять взаимозависимость с финансовыми рисками государства, а потому необходимо показать влияние других механизмов экономического регулирования на механизм управления финансовыми рисками предприятия (рисунок 2).

В современной экономической среде существует множество угроз, которые влияют на финансовые интересы предприятия и которые в долгосрочном периоде могут негативно отразиться на его финансовой устойчивости, платежеспособности и общем финансовом состоянии.

Угрозы, которые появляются из внешней среды в первую очередь обусловлены объективными процессами: глобализацией финансовых связей, высокой степенью интеграции, обострением проблемы ограниченности ресурсов, усилением конкуренции и конфликтов между государствами в сфере завоевания мирового экономического пространства.

Внутренние угрозы возникают в результате неэффективной финансово-экономической политики руководства предприятия, нерационального определения приоритетов финансового менеджмента, несвоевременного реагирования на негативные тенденции в деятельности предприятия.

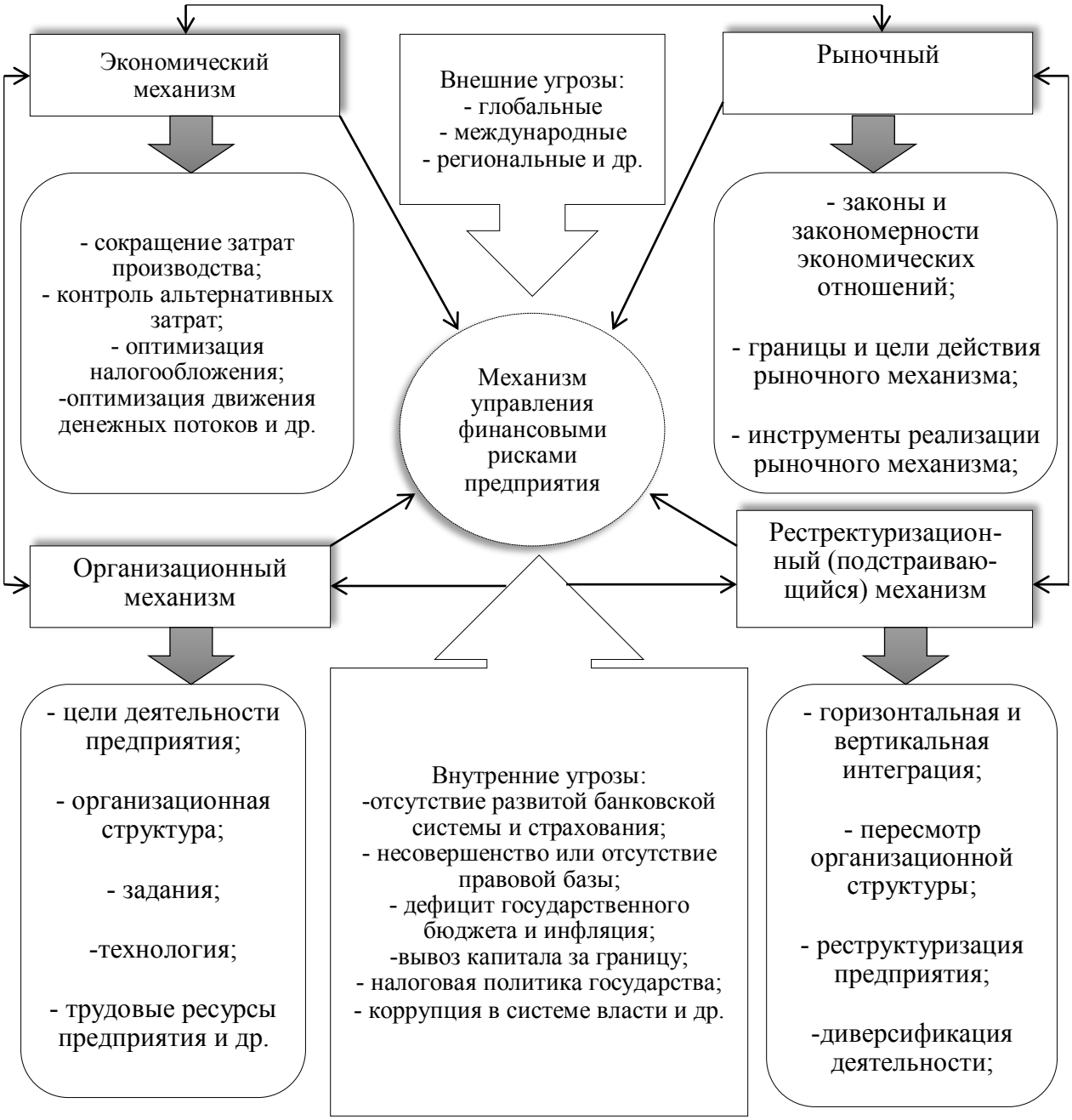


Рисунок 2 – Схема взаимосвязи механизмов экономического регулирования

Для предупреждения воздействия финансовых рисков важным является определение множества задач, требующих первоочередного решения, в частности:

– обеспечить и постоянно поддерживать высокий уровень квалификации работников;

– обеспечить развитие технико-технологических возможностей и мощностей предприятия с целью достижения необходимого уровня конкурентоспособности;

– достичь высокой эффективности менеджмента предприятия;

– обеспечить финансовую устойчивость и экономический рост предприятия.

Процесс защиты от финансовых рисков предприятия является достаточно сложным и охватывает широкий круг элементов, наиболее оптимально совместив которые предприятие сможет обеспечить свое стабильное развитие.

Нельзя недооценивать роль государства в минимизации финансовых рисков хозяйствующих субъектов. С этой целью государству следует проводить взвешенную политику, которая будет включать следующие составляющие: усовершенствование политики

государственного регулирования деятельности предприятий, стимулирование внутреннего спроса на продукцию отечественных компаний, усовершенствование процедур стандартизации и сертификации продукции, содействие экспорту, направленное на открытие иностранных рынков для отечественных промышленных предприятий.

Реализация таких мероприятий позволит не только минимизировать негативные социально-экономические последствия глобализационных процессов, но и значительно укрепить конкурентные позиции отечественных предприятий, как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Таким образом, для обеспечения «эффективного управления финансовыми рисками предприятия, необходимо сформировать эффективную систему управления финансами, которая позволит обеспечить сочетание интересов развития предприятия, с наличием достаточного уровня денежных средств с целью обеспечения платежеспособности хозяйствующего субъекта.

Кроме того, необходимо сформулировать основные стратегические цели, среди которых целесообразно выделить: максимизацию прибыли, оптимизацию структуры капитала для обеспечения ликвидности и финансовой устойчивости; поддержание инвестиционной привлекательности предприятия и улучшение его конкурентных позиций на рынке» [5].

С целью снижения негативного воздействия финансовых рисков на предприятие целесообразно разработать систему индикаторов состояния дебиторской задолженности на предприятии, что позволит своевременно выявлять негативные ситуации и проводить корректирующие мероприятия для поддержания платежеспособности предприятия. Система индикаторов усиления контроля за дебиторской задолженностью представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Система индикаторов усиления контроля за дебиторской задолженностью

Индикатор	Алгоритм расчета	Пороговое значение, ед.
Доля дебиторской задолженности в товарообороте предприятия	ДЗ/В, где ДЗ – дебиторская задолженность; В – выручка.	<0,10
Доля дебиторской задолженности в оборотных активах	ДЗ/ОА, где ОА – оборотные активы.	<0,30
Соотношение дебиторской и кредиторской задолженности	ДЗ/КЗ, где КЗ – кредиторская задолженность.	0,9-1,0
Коэффициент текущей ликвидности	(ДЗ + Кфв + ДС) / ТО, где Кфв – краткосрочные финансовые вложения; ДС – остаток на счетах; ТО – текущие обязательства.	>1,0

Исходя из отклонений фактических значений указанных индикаторов от пороговых, дебиторскую задолженность можно отнести к одному из 4 типов:

- безопасный;
- допустимый;
- кризисный;
- угрожающий.

Критерии классификации дебиторской задолженности и меры воздействия на нее приведены в таблице 2.

Определим тип дебиторской задолженности ООО «Керчьхолод» с целью повышения платежеспособности в результате реализации предложенных для каждого типа мер (таблица 3).

Таблица 2 – Критерии классификации дебиторской задолженности и меры воздействия на нее

Количество выполненных пороговых значений индикаторов	Тип дебиторской задолженности	Меры воздействия	Частота мониторинга уровня дебиторской задолженности
4	безопасный	– товарные скидки; – разовые отсрочки платежей; – задание условий продажи, обеспечивающих гарантированное поступление средств; – ранжирование покупателей в зависимости от объемов закупок, истории кредитных отношений и предлагаемых условий оплаты.	1 раз в 14 дня
3	допустимый	– формирование системы кредитных условий; – формирование стандартов оценки покупателей; – обеспечение использования современных форм рефинансирования дебиторской задолженности.	1 раз в 10 дня
2	кризисный	– контроль за качеством дебиторской задолженности (выявление просроченной); – разработка системы предъявления претензий; – определение приемов ускорения востребования долгов и уменьшения безнадежных долгов; – контроль расчетов с дебиторами по отсроченной или просроченной задолженности.	1 раз в 7 дня
0-1	угрожающий	– выставление счетов на предоплату; – штрафные санкции за просрочку платежей; – ужесточение условий расчетов; – прекращение поставок.	1 раз в 4 дня

Таким образом, по состоянию на 2022 г. у ООО «Керчьхолод» выполняется два из четырех предложенных индикаторов, что позволяет характеризовать дебиторскую задолженность предприятия как кризисную.

Таблица 3 – Определение типа дебиторской задолженности ООО «Керчьхолод» с целью повышения платежеспособности

Индикаторы дебиторской задолженности	Фактически в 2022 г., ед.	Пороговое значение, ед.	Выполнение индикатора, (+/-)
Доля дебиторской задолженности в товарообороте предприятия	0,058	<0,10	+
Доля дебиторской задолженности в оборотных активах	0,205	<0,30	+
Соотношение дебиторской и кредиторской задолженности	0,172	0,9-1,0	-
Коэффициент текущей ликвидности	0,165	>1,0	-

Следовательно, руководству ООО «Керчьхолод» с целью повышения платежеспособности необходимо контролировать качество дебиторской задолженности, выявляя просроченную, разрабатывать систему предъявления претензий к должникам; определить «приемы ускорения востребования долгов и уменьшения безнадежных долгов; контролировать расчеты с дебиторами по отсроченной или просроченной задолженности» [2].

Выводы. Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что для обеспечения успешной деятельности любого предприятия, нивелирования влияния внешних и внутренних угроз на предприятии необходимо обеспечить финансово-экономическую безопасность. В свою очередь для снижения негативного воздействия финансовых рисков предприятия нужно разработать и использовать механизм управления финансовыми рисками, представляющий собой системное сочетание определенных инструментов, методов, рычагов и информационно-аналитического обеспечения, создаваемых на базе принципов обеспечения финансовой безопасности.

Следовательно, механизм управления финансовыми рисками предприятия является неотъемлемым элементом системы его управления. Достижение необходимого для функционирования и успешного развития уровня финансовых рисков является возможным благодаря реализации взаимосогласованных действий государственных регулирующих органов и руководства субъектов хозяйствования.

Для повышения платёжеспособности предприятия необходимо использовать систему индикаторов состояния дебиторской задолженности, что позволит своевременно выявлять негативные ситуации и проводить корректирующие мероприятия. По состоянию на 2022 г. дебиторскую задолженность ООО «Керчьхолод» можно охарактеризовать как кризисную. Следовательно, руководству ООО «Керчьхолод» с целью повышения платежеспособности необходимо контролировать качество дебиторской задолженности, выявляя просроченную, разрабатывать систему предъявления претензий к должникам; определить возможности недопущения возникновения просроченной и безнадежной дебиторской задолженности.

Список использованной литературы:

1. Eshna Verma. What Is Financial Risks and Its Types? Everything You Need to Know // Simplilearn. 2023. № 1. URL: https://www.simplilearn.com/financial-risk-and-types-rar131-article (дата обращения: 15.11.2023).
2. Hayes Adam. Understanding Financial Risk, Plus Tools to Control It Updated // Investopedia. 2023. № 8. URL: https://www.investopedia.com/terms/f/financialrisk.asp (дата обращения: 15.11.2023).
3. *Белорус Л. А., Сушко Н. А.* Разработка методики оценки системы экономической безопасности предприятия // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 4. С. 441-452.
4. *Бланк И.А.* Управление финансовыми рисками: учебный курс. 6-е изд. К.: Эльга, Ника-Центр, 2014. 582 с.
5. *Кстенин В. С.* Современные технологии управления финансовыми рисками // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. № 5. URL: https://esj.today/PDF/50ECVN522.pdf (дата обращения: 15.11.2023).
6. *Лукьяненко А.В., Кузьмичева И.А.* Управление финансовыми рисками предприятия // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 8. С. 129-131.
7. *Пименов Н. А.* Управление финансовыми рисками в системе экономической безопасности. 2-е изд. М.: Юрайт, 2019. 326 с.
8. *Тетерева К.Э.* Управление финансовыми рисками на предприятии // Экономика и социум. 2019. № 10 (65). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-finansovymi-riskami-na-predpriyatii (дата обращения: 15.11.2023).
9. *Уманец В. А., Дивиза Н. А.* Направления обеспечения экономической безопасности хозяйствующего субъекта // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 4. С. 534-546.
10. *Яркина Н. Н., Яркин А. Е.* Методологические аспекты управления предпринимательским риском в системе экономической безопасности предприятия // Вестник Керченского

государственного морского технологического университета. 2020. № 3. С. 152-167.

References:

1. Eshna Verma. What Is Financial Risks and Its Types? Everything You Need to Know. *Simplilearn*, 2023, no. 1. (In English). Available at: https://www.simplilearn.com/financial-risk-and-types-rar131-article (accessed 15.11.2023).
2. Hayes Adam. Understanding Financial Risk, Plus Tools to Control It Updated. *Investopedia*, 2023, no. 8. (In English). Available at: https://www.investopedia.com/terms/f/financialrisk.asp (accessed 15.11.2023).
3. Belorus L. A., Sushko N. A. Razrabotka metodiki ocenki sistemy ekonomicheskoj bezopasnosti predpriyatiya [Development of a methodology for assessing the economic security system of an enterprise]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2022, no. 4, pp. 441-452. (In Russian).
4. Blank I.A. *Upravlenie finansovymi riskami* [Financial risk management]. 6th ed. Kiev, El'ga, Nika-Centr Publ., 2014, 582 p. (In Russian).
5. Kstenin V. S. Sovremennye tekhnologii upravleniya finansovymi riskami [Modern technologies of financial risk management]. *Vestnik evrazijskoj nauki* [Bulletin of Eurasian Science], 2022, vol. 14, no. 5. (In Russian). Available at: https://esj.today/PDF/50ECVN522.pdf (accessed 15.11.2023).
6. Luk'yanenko A.V., Kuz'micheva I.A. Upravlenie finansovymi riskami predpriyatiya [Financial risk management of the enterprise]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2015, no. 8, pp. 129-131. (In Russian).
7. Pimenov N. A. *Upravlenie finansovymi riskami v sisteme ekonomicheskoj bezopasnosti* [Financial risk management in the economic security system]. 2nd ed. Moscow, Yurajt Publ., 2019, 326 p. (In Russian).
8. Tetereva K.E. Upravlenie finansovymi riskami na predpriyatii [Financial risk management at the enterprise]. *Ekonomika i socium* [Economics and society], 2019, no. 10 (65). (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-finansovymi-riskami-na-predpriyatii (accessed 15.11.2023).
9. Umanec V. A., Diviza N. A. Napravleniya obespecheniya ekonomicheskoj bezopasnosti hozyajstvuyushchego sub"ekta [Directions of ensuring the economic security of an economic entity]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2022, no. 4, pp. 534-546. (In Russian).
10. Yarkina N. N., Yarkin A. E. Metodologicheskie aspekty upravleniya predprinimatel'skim riskom v sisteme ekonomicheskoj bezopasnosti predpriyatiya [Methodological aspects of business risk management in the system of economic security of the enterprise]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2020, no. 3, pp. 152-167. (In Russian).

Сведения об авторе / Information about author

Сушко Надежда Александровна	канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 nadejdasushko@yandex.ru
Sushko Nadezhda Alexandrovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor of the Department of Economics and Humanities Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str.,82 nadejdasushko@yandex.ru

УДК 338.48 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.033**

Трегулова И. П., Егоркина Т. А., Уманец В.А.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ИНДУСТРИИ ТУРИЗМА

Аннотация. Функционирование в условиях высокой конкуренции и сезонный характер предопределяют особенности деятельности туристических компаний. В статье рассмотрены риски предприятий индустрии туризма, выделены их основные черты, исследованы причины их возникновения. С целью совершенствования управления рисками уточнена их классификация. Поскольку у большинства туристических фирм размеры незначительны, то риски, с которыми они сталкиваются в процессе функционирования, являются типичными, что позволяет применять приобретенный опыт относительно решения выявленных проблем конкретной фирмой в отношении всей туристической сферы в целом. Рассмотрен алгоритм принятия риск-решений. Представлена сравнительная характеристика подходов к риск-менеджменту. Обобщены существующие методы изучения негативного влияния рисков на эффективность деятельности предприятий индустрии туризма. Систематизирована информация относительно корректировки действующей и выбора новой стратегии управления рисками. Предложены направления совершенствования системы управления рисками на предприятиях сферы туризма. Сформулированы положительные стороны внедрения программы управления рисками.
Ключевые слова: риск, управление, факторы влияния, оценка, снижение рисков.

Tregulova I. P., Egorkina T. A., Umanets V.A.

RISK MANAGEMENT IN TOURISM INDUSTRY ENTERPRISES

Abstract. Operation in a highly competitive environment and seasonal nature determine the characteristics of the activities of travel companies. The article examines the risks of tourism industry enterprises, highlights their main features, and explores the reasons for their occurrence. In order to improve risk management, their classification has been clarified. Since most travel companies are small in size, the risks they face in the process of operation are typical, which makes it possible to apply the acquired experience in solving identified problems by a particular company in relation to the entire tourism industry as a whole. An algorithm for making risk decisions is considered. A comparative description of approaches to risk management is presented. Existing methods for studying the negative impact of risks on the efficiency of tourism industry enterprises are summarized. Information regarding the adjustment of the current and selection of a new risk management strategy has been systematized. Directions for improving the risk management system at tourism enterprises are proposed. The positive aspects of implementing a risk management program are formulated.
Keywords: risk, management, influencing factors, assessment, risk reduction.

Введение. Целью деятельности предприятий индустрии туризма является максимизация прибыли, сопряженная с минимизацией рисков. Эффективность функционирования фирм, предоставляющих туристические услуги, в значительной степени зависит от непредсказуемых событий. Изучение рынка туристических услуг позволяет отметить, что достаточно частым явлением становится ситуация, когда перспективные инвестиции в результате негативного влияния факторов риска трансформируются в отрицательный денежный поток. Таким образом, задачами для риск-менеджеров на предприятиях туризма является построение прогнозов и оценка существующих рисков, поиск методов эффективного управления ими. Именно эффективное управление рисками является необходимым механизмом предотвращения и преодоления кризисных явлений, так или иначе возникающих на любом этапе жизненного цикла туристического предприятия.

Целью исследования является изучение проблемы управления рисками на

предприятиях индустрии туризма с применением различных методов и методик, а также формирование системы мероприятий, направленных на снижение негативных последствий рисковых событий.

Материалы и методы исследования. Вопросы управления рисками на предприятиях индустрии туризма отражаются в работах как отечественных, так и зарубежных авторов, среди которых необходимо выделить Ковалеву А.М., Лаврова В.В., Морозову Н.С., Оборина М.С. и др. [1-10]. Однако, неопределенность окружающей среды и значительное количество факторов, оказывающих влияние на функционирование предприятий данной отрасли, предопределяют необходимость непрерывного изучения, анализа эффективности применяемых направлений нивелирования негативных последствий и последующего совершенствования методов управления рисками на основе выявленных недостатков.

Анализ изученных теоретических материалов, посвященных вопросам управления рисками, проводился на основе таких методов как: сравнение, графический, аналитический, аналогии.

Результаты исследования и их обсуждение. Для предприятий туризма сфера управления рисками является относительно новым направлением в рамках развития культуры предпринимательства индустрии туризма. Целесообразность ее исследования связана с необходимостью повышения эффективности управления рисками на предприятиях туризма путем разработки комплексного, координируемого в пределах организации, подхода к управлению рисками. Постоянный мониторинг и прогнозирование рисков позволит своевременно предпринять необходимые меры и сохранить устойчивое состояние предприятия в существующих экономических условиях. Управление рисками туристского предприятия базируется на учете потребностей и ожиданий различных заинтересованных сторон с целью повышения собственной конкурентоспособности на основе минимизации возможных конфликтов интересов и рисков.

Исследование мнений ученых-экономистов относительно черт, присущих рискам, позволило выделить основные из них, а именно: противоречивость, альтернативность и неопределенность.

Противоречивость в риске приводит к столкновению объективно существующих рискованных действий с их субъективной оценкой. Так, внедряемым инициативам, передовым технологиям, новым научным новаторским идеям противостоят консерватизм, субъективизм и т.д.

Такая черта риска, как альтернативность возникла из возможности существования нескольких вариантов развития событий, принятия решений, направлений деятельности. Именно существование выбора предполагает возможность возникновения риска.

Неопределенность проявляется в неточности, неполноте существующей информации для принятия решения, реализации действий. Существование риска всегда связано с неопределенностью, которая неоднородна по форме проявления и по содержанию.

К основным причинам возникновения неопределенности относят:

1. Спонтанность форс-мажорных обстоятельств, связанных с опасными природными явлениями и процессами, стихийными бедствиями (засуха, наводнения, бури, цунами, землетрясения, смерчи, ураганы и др.).

2. Случайность возникновения определенных событий, которые в одинаковых условиях могут происходить или нет, или происходить с разными параметрами, что обуславливается протекающими социально-экономическими и технологическими процессами.

Действие или бездействие человека, принятые им решения, могут как положительно, так и отрицательно повлиять на конечные результаты деятельности предприятия, «разрядить» ситуацию неопределенности, изменить цель проекта. Риск существует как на этапе выбора действий (принятия решений), так и на этапе реализации проекта.

Эффективность организации управления риском во многом определяется классификацией риска (рисунок 1).

Рисунок 1 – Классификация рисков индустрии туризма

В процессе функционирования туристическое предприятие взаимодействует с большим количеством контрагентов, к которым относятся иные предприятия, финансовые организации, население.

По мнению Лаврова В.В., управление риском становится более актуальным после обнаружения риск-проблемы [2]. С этой целью используются результаты проведенного анализа и результаты моделирования риска. При обнаружении риск-проблемы осуществляются антирисковые мероприятия, которые можно разделить на четыре группы действий: предупреждение, снижение, компенсация ущерба, поглощение. Важное значение уделяется предупреждению риска, которое заключается в принятии управленческих решений, направленных на устранение источника риска. При этом выделяют два подхода предупреждения риска: узкий и широкий. Узкий состоит в том, что туристическое предприятие страхует риски и страховщик проводит конкретные превентивные мероприятия. При широком подходе реализуется мероприятии вне рамок страхования.

С целью предупреждения, устранения, уменьшения последствий риска туристическое предприятие должно постоянно проводить мониторинг существующих и возможных угроз, и для решения выявленных риск-проблем разрабатывать конкретный алгоритм (рисунок 2).

Интересным представляется предложенный Друри К. алгоритм принятия риск-решений, который включает в себя такие операции:

1) обнаружение риск-проблемы;

2) сбор информации об источниках, особенностях негативно влияющих факторов, уязвимости объекта риска, последствиях и ущербах, порожденных воздействием негативных факторов;

3) отображение этой информации в удобном для анализа виде;

4) анализ представленной информации о рисках, уязвимости объекта, возможной

тяжести ущерба;

5) определение целей управления при решении риск-проблемы;

6) идентификация выявленной в текущем периоде риск-проблемы с риск-проблемами, имеющими место ранее;

7) изучение применявшихся при этом приемов управления рисками и их последствий;

8) выбор варианта действий на основании аналогии и здравого смысла.

Рисунок 2 – Сравнительная характеристика старого и нового подходов к риск-менеджменту

Исследование существующих методов изучения негативного влияния рисков на эффективность деятельности предприятий индустрии туризма, позволило выделить основные из них:

1. Метод экспертных оценок. Данный метод состоит в изучении мнений специалистов-экспертов в области риск-менеджмента и обобщении информации о вероятности наступления рисков. При этом используются интуитивные характеристики рассматриваемого объекта (риска), которые связаны со знаниями и опытом каждого специалиста-эксперта. Экспертные методы позволяют быстро и без больших временных и трудовых затрат получить информацию, необходимую для выработки управленческого решения.

2. Метод аналогий. Данный метод нашел применение преимущественно при исследовании рисков, присущих новому проекту. При этом возможность возникновения рисков рассматривается на каждом этапе жизненного цикла проекта, а именно: на этапе его разработки, проникновения на рынок, роста, зрелости и упадка. В рамках каждого этапа осуществляется сбор необходимой информации и делается аргументированный вывод о причинах возникновения рисков, о частоте их проявления, о возможных негативных последствиях. Однако, при применении данного метода часто возникают затруднения в сборе указанной информации.

3. Метод оценки платежеспособности и финансовой устойчивости. При использовании указанного метода на основе анализа финансовой отчетности предприятия делается вывод о вероятности банкротства субъекта хозяйствования, функционирующего в туристической

отрасли.

Для анализа финансовой устойчивости рассчитывают ряд относительных показателей, основными из которых являются: коэффициенты ликвидности предприятия (абсолютной, быстрой и текущей), коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами и коэффициент, характеризующий возможность восстановления (потери) платежеспособности предприятия.

4. Метод целесообразности затрат. Данный метод заключается в нахождении порога рентабельности (точки безубыточности) предприятия, при котором размер выручки позволяет полностью покрыть затраты предприятия не получив, при этом прибыли. Таким образом выходят на предельный уровень выпуска продукции, ниже которого предприятие будет работать с убытком. Для расчета порога рентабельности все затраты предприятия делят на условно-постоянные (расходы на управление, амортизация, плата за аренду, сумма процентов за кредит и др.) и условно-переменные (затраты на материалы, малоценные и быстроизнашивающиеся предметы, комплектующие изделия, заработная плата производственного персонала и др.).

Оценку точки безубыточности чаще всего проводят при снижении спроса на выпускаемую продукцию (оказываемые услуги), когда предприятие принимает решение о сокращении производства (объема предоставляемых услуг).

5. Статистический метод. При использовании данного метода осуществляется анализ статистических показателей, характеризующих размер прибыли (убытка) как самого предприятия, его конкурентов, так и отрасли в целом. На основе анализа делается вывод о вероятности наступления неблагоприятного события, дается оценка вероятности наступления рискового события.

Построение эффективной системы управления рисками позволяет туристическому предприятию оптимизировать соотношение затрат и достигнутого результата, полученного при осуществлении мероприятий, связанных с минимизацией рисков.

На наш взгляд, каждое предприятие туризма должно выстроить систему управления риском, при этом рекомендуется применять модель, представленную на рисунке 3, позволяющую рассматривать риск не только как вероятность несения расходов для предприятия, но и как возможность получения доходов, увеличения рыночной стоимости субъекта хозяйствования.

Главной задачей риск-менеджмента является выбор методов и разработка стратегии для принятия эффективных управленческих решений уполномоченными лицами.

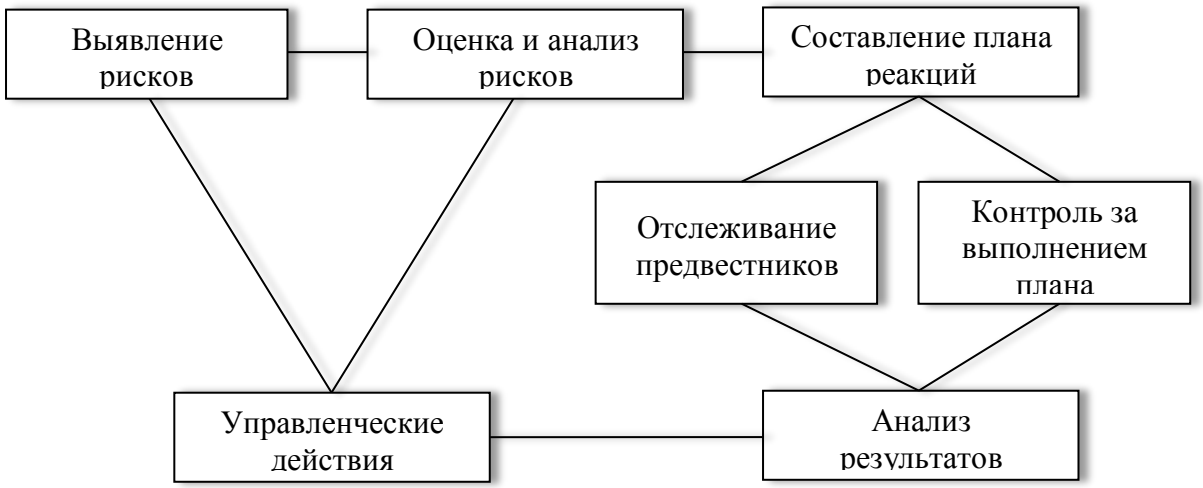


Рисунок 3 – Рекомендованная модель системы управления рисками

Проведенное исследование позволило сформировать авторский взгляд на процесс управления рисками, в рамках которого выделены следующие этапы:

1. Выявление (идентификация) рисков. На этом этапе выявляются возможные риски рассматриваемого проекта, предполагаемого к реализации на предприятии туристической отрасли, определяются их основные характеристики, документируется информация.

2. Анализ рисков. Проводится качественный и количественный анализ, вероятности возникновения предполагаемых рисков, определяется масштаб последствий наступления рисков и их влияние на реализацию проекта.

3. Планирование мер и мероприятий реагирования на риски. Составляется план мероприятий, направленных на ослабление (устранение) негативных последствий при возникновении рисковых событий.

4. Наблюдение. На этом этапе проводится мониторинг рисков, выполняются запланированные мероприятия по минимизации рисков, анализируется их эффективность.

5. Контроль и управление. На основе проведенного анализа эффективности запланированных мероприятий по управлению рисками осуществляется обратная связь, направленная на планирование и принятие текущих решений по управлению рисками, характерными для предприятий индустрии туризма.

6. Экономическое управление рисками. В условиях рыночных отношений охватывает стратегическое, текущее и оперативное планирование.

7. Формирование стратегии управления рисками, которая представляет собой логически построенную программу планируемых мероприятий. В стратегии находят отражение правила и средства достижения главной цели деятельности туристического предприятия – получение прибыли, сопряженное с минимизацией влияния наиболее вероятных рисков. При разработке стратегии необходимо решить долгосрочные целевые задачи, достигнуть такой уровень дохода, который не только покрывал бы все текущие расходы предприятия, функционирующего в сфере туризма, а также предполагал получение прибыли, достаточной для расширения деятельности, стимулирования работников предприятия и обеспечения возможности дальнейшего инвестирования.

При разработке стратегии управления рисками значительную роль играет стратегический анализ, который предусматривает оценку действующей на предприятии базовой стратегии, выбор метода планирования доходов, обоснование достаточности уровня доходов для обеспечения саморазвития. Определение базовой стратегии опирается на соответствующие функциональные стратегии, а именно стратегию маркетинговой деятельности, научно-исследовательские и исследовательско-конструкторские разработки, производственную, финансовую, экологическую, социальную и прочие стратегии.

Обобщенная и систематизированная информация позволит принимать обоснованные решения относительно корректировки действующей или выбора новой стратегии управления рисками в индустрии туризма.

Рисунок 4 – Рекомендуемая стратегия системы управления рисками

Таким образом, целесообразно выделить направления совершенствования системы управления рисками на предприятиях сферы туризма:

1. Осуществление мероприятий по обеспечению сохранности имущества, направленных на недопущение краж.

2. Разработка и своевременное принятие мер, направленных на снижение негативных последствий рисковых событий, связанных со стихийными бедствиями.

3. Формирование направлений совершенствования маркетинговой деятельности, предполагающих осуществление мероприятий, способствующих снижению уровня маркетингового риска.

4. Разработка комплекса мероприятий, направленных на снижение уровня финансового риска.

На основе изучения мнений ученых-экономистов относительно процедур управлении рисками были выделены основные из них, а именно:

– принятие риска (принятие на свою ответственность);
– отстранение от рискового события;
– перераспределение какой-либо части или всей ответственности между другими субъектам.

Для предприятий индустрии туризма важным является учет таких рисков, как: неоптимальное распределение ресурсов, экономические колебания, изменения предпочтений потенциальных потребителей туристических услуг и действия конкурентов. Для разработки мероприятий по управлению указанными рисками предприятию необходимо проводить маркетинговые исследования, изучать спрос и предложение на оказываемые услуги, рассчитывать точное количество оказываемых услуг, исследовать возможные действия конкурентов.

Окончательным результатом по формированию системы мероприятий, направленных на снижение (устранение) риска и его негативных последствий является разработка программы по управлению рисками.

Указанная программа должна в себя включать:

1) план проведения превентивных мероприятий, направленных на недопущение рисковых ситуаций;

2) перечень рисков, подпадающих под план превентивных мероприятий;

3) перечень рисков, не подпадающих под план превентивных мероприятий;

4) конкретные методы управления по всем рискам с указанием следующих характеристик: вероятность наступления убытка и его возможный размер, однородность и количество аналогичных рисков.

Эффективность от реализации программы управления рисками состоит в:

1) повышении гибкости управления организацией в целом, путем концентрации внимания менеджеров на наиболее существенных аспектах туристической деятельности;

2) оптимизации затрат на управление за счет воздействия на первоисточники проблем, а не их последствия;

3) снижении потерь и затрат материальных ресурсов, которые могут возникнуть у предприятия в результате негативного воздействия факторов риска (за счет снижения количества риск-событий и уменьшения последствий);

4) повышение мотивации персонала туристского предприятия к поиску, предупреждению и нейтрализации факторов риска;

5) повышение активности персонала туристского предприятия при постановке и выполнении задач, связанных с достижением запланированных целей;

6) улучшение репутации предприятия туристической сферы путем совершенствования системы управления.

Выводы. Подводя итог, следует отметить, что проблема управления рисками на предприятиях индустрии туризма приобретает все большую актуальность.

Решение этой проблемы на уровне отдельного предприятия открывает возможность использования эффективных механизмов управления рисками на предприятиях индустрии туризма в целом.

На основе проведенного исследования и оценки процедур управления рисками туристского предприятия, был сформулирован авторский подход к процессу управления рисками, в рамках которого выделены основные этапы его проведения. Также были предложены направления совершенствования системы управления рисками на предприятиях сферы туризма, направленные на повышение эффективности риск-менеджмента. Разработана программа совершенствования системы управления рисками на туристических предприятиях, положительной особенностью которой является ее универсальный характер, что позволяет использовать ее на предприятиях индустрии туризма во всех регионах России. Следует отметить, что эффективность от реализации программы управления рисками на предприятиях индустрии туризма является одной из важнейших систем поддержки развития туризма в России. Предлагаемая модель и стратегия системы управления рисками могут выступать экономической мотивацией развития туризма.

Список использованной литературы:

1. *Ковалева А. М., Лапуста М. Г., Скамай Л. Г.* Финансы фирмы. М.: Инфра-М, 2001. 328 с.
2. *Лавров В. В.* Анализ влияния рисков на развитие туризма в Российской Федерации // Петербургский экономический журнал. 2021. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-riskov-na-razvitie-turizma-v-rossiyskoy-federatsii (дата обращения: 11.11.2023).
3. *Морозова Н. С.* Риски и банкротства предпринимательских структур в индустрии туризма и гостеприимства // Научный результат. Технологии бизнеса и сервис. 2022. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/riski-i-bankrotstva-predprinimatelskih-struktur-v-industrii-turizma-i-gostepriimstva (дата обращения: 11.11.2023).
4. *Оборин М. С.* Тенденции антикризисного управления в сфере туризма // Сервис плюс. 2021. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-antikrizisnogo-upravleniya-v-sfere-turizma (дата обращения: 12.11.2023).
5. *Ильин Р. В.* Вероятностная модель при оценке риска предприятий туристско-рекреационной деятельности // Сервис в России и за рубежом. 2023. № 3 (105). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/veroyatnostnaya-model-pri-otsenke-riska-predpriyatiy-turistsko-rekreatsionnoy-deyatelnosti (дата обращения: 14.11.2023).
6. *Махмудов Д. Р., Мукаилов А. У., Гаджимурадов А. Г.* Направления совершенствования управления предприятиями туристической отрасли // Журнал прикладных исследований. 2023. № 9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-sovershenstvovaniya-upravleniya-predpriyatiyami-turisticheskoy-otrasli (дата обращения: 15.11.2023).
7. *Бедняев Д. Н., Сенина К. В., Хамурова Е. О.* Анализ особенностей управления финансовыми рисками в сфере туризма // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. № 11-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-osobennostey-upravleniya-finansovymi-riskami-v-sfere-turizma (дата обращения: 15.11.2023).
8. *Гудков А. А., Дедкова Е. Г., Терехова М. Г.* Риски предприятий туризма и основные тенденции по их макроэкономическому регулированию // Тренды и управление. 2019. № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/riski-predpriyatiy-turizma-i-osnovnye-tendentsii-po-ih-makroekonomicheskomu-regulirovaniyu (дата обращения: 15.11.2023).
9. *Орлова А.К.* Механизмы управления рисками в туристической сфере деятельности в современных рыночных условиях // Символ науки. 2019. № 11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-upravleniya-riskami-v-turisticheskoy-sfere-deyatelnosti-v-sovremennyh-rynochnyh-usloviyah (дата обращения: 15.11.2023).
10. *Чернова Г. В., Кудрявцев А. А.* Управление рисками. М.: Проспект, 2003. 617 с.

References:

1. Kovaleva A. M., Lapusta M. G., Skamay L. G. *Finansy firmy* [Firm finances]. Moscow, Infra-M Publ., 2001, 328 p. (In Russian).
2. Lavrov V. V. Analiz vliyaniya riskov na razvitiye turizma v Rossiyskoy Federatsii [Analysis

of the influence of risks on the development of tourism in the Russian Federation]. *Peterburgskiy ekonomicheskiy zhurnal* [Petersburg Economic Journal], 2021, no. 2. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-riskov-na-razvitie-turizma-v-rossiyskoy-federatsii (accessed 11.11.2023).

3. Morozova N. S. Riski i bankrotstva predprinimatel'skikh struktur v industrii turizma i gostepriimstva [Risks and bankruptcy of entrepreneurial structures in the tourism and hospitality industry]. *Nauchnyy rezul'tat. Tekhnologii biznesa i servis* [Scientific Result. Business Technologies and Services], 2022, no. 2. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/riski-i-bankrotstva-predprinimatelskih-struktur-v-industrii-turizma-i-gostepriimstva (accessed 11.11.2023).
4. Oborin M. S. Tendentsii antikrizisnogo upravleniya v sfere turizma [Trends in anti-crisis management in the field of tourism]. *Servis plyus* [Service Plus], 2021, no. 3. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-antikrizisnogo-upravleniya-v-sfere-turizma (accessed 12.11.2023).
5. Il'in R. V. Veroyatnostnaya model' pri otsenke riska predpriyatiy turistsko-rekreatsionnoy deyatel'nosti [Probabilistic model for assessing the risk of enterprises of tourism and recreational activities]. *Servis v Rossii i za rubezhom* [Service in Russia and Abroad], 2023, no. 3(105). (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/veroyatnostnaya-model-pri-otsenke-riska-predpriyatiy-turistsko-rekreatsionnoy-deyatelnosti (accessed 14.11.2023).
6. Makhmudov D. R., Mukailov A. U., Gadzhimuradov A. G. Napravleniya sovershenstvovaniya upravleniya predpriyatiyami turisticheskoy otrasli [Directions for improving management of enterprises in the tourism industry]. *Zhurnal prikladnykh issledovaniy* [Journal of Applied Research], 2023, no. 9. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-sovershenstvovaniya-upravleniya-predpriyatiyami-turisticheskoy-otrasli (accessed 15.11.2023).
7. Bednyayev D. N., Senina K. V., Khamurova Ye. O. Analiz osobennostey upravleniya finansovymi riskami v sfere turizma [Analysis of the features of financial risk management in the tourism sector]. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economics and Business: Theory and Practice], 2019, no. 11-1. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-osobennostey-upravleniya-finansovymi-riskami-v-sfere-turizma (accessed 15.11.2023).
8. Gudkov A. A., Dedkova Ye. G., Terekhova M. G. Riski predpriyatiy turizma i osnovnyye tendentsii po ikh makroekonomicheskomu regulirovaniyu [Risks of tourism enterprises and main trends in their macroeconomic regulation]. *Trendy i upravleniye* [Trends and Management], 2019, no. 1. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/riski-predpriyatiy-turizma-i-osnovnye-tendentsii-po-ih-makroekonomicheskomu-regulirovaniyu (accessed 15.11.2023).
9. Orlova A.K. Mekhanizmy upravleniya riskami v turisticheskoy sfere deyatel'nosti v sovremennykh rynochnykh usloviyakh [Risk management mechanisms in the tourism sector in modern market conditions]. *Simvol nauki* [Symbol of Science], 2019, no. 11. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-upravleniya-riskami-v-turisticheskoy-sfere-deyatelnosti-v-sovremennyh-rynochnyh-usloviyah (accessed 15.11.2023).
10. Chernova G. V., Kudryavtsev A. A. *Upravleniye riskami* [Risk management]. Moscow, Prospekt Publ., 2003, 617 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Трегулова Ирина Павловна
канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой туризма
Севастопольский экономико-гуманитарный институт
Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского

	299055, г. Севастополь, пр. Ген. Острякова, 155, кв. 1 iriska-mudrost@mail.ru
Tregulova Irina Pavlovna	Ph.D. (Econ.), Head of the Department of of Tourism Sevastopol Economics and Humanities Institute Crimean Federal University of V.I. Vernadsky 299055, Sevastopol, Gen. Ostryakova ave., 155, apt. 1 iriska-mudrost@mail.ru
Егоркина Татьяна Алексеевна	канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры менеджмента Севастопольский экономико-гуманитарный институт Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского 299046, г. Севастополь, пр. Победы, 28, кв. 99 ta3nya@mail.ru
Egorkina Tatyana Alekseevna	Ph.D. (Econ.) Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management Sevastopol Economics and Humanities Institute Crimean Federal University of V.I. Vernadsky 299046, Sevastopol, Pobeda ave., 28, apt. 99 ta3nya@mail.ru
Уманец Виктория Александровна	младший научный сотрудник отдела обеспечения научно-исследовательской деятельности Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 akuma1@mail.ru
Umanets Viktoriya Aleksandrovna	Junior Research Associate of the Research Support Department Kerch State Marine Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 akuma1@mail.ru

УДК 338 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.034**

Турчаева И.Н., Головач В.М., Мишакова А.С.

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА

Аннотация. В статье на основе обобщения нормативно-правовых актов, научной, учебной, специальной литературы и иных источников представлено мнение авторов по поводу определения категории «инвестиционный потенциал региона». В рамках данной статьи авторы приводят два определения: первое – с позиций ресурсного подхода, второе – в рамках системного подхода, т. е. с учетом функциональных составляющих, а именно совокупности частных взаимообусловленных потенциалов, формирующих региональный инвестиционный потенциал. В статье также обозначена необходимость оценки инвестиционного потенциала и в виде схемы представлена рекомендуемая авторами методика оценки инвестиционного потенциала региона, основанная на сочетании количественных и качественных методов. На материалах и статистических данных по Калужской области приведены некоторые результаты практического применения рассматриваемой методики для оценки инвестиционного потенциала данного региона.
Ключевые слова: регион, инвестиционная деятельность, инвестиционный потенциал, оценка, индексы, балльная оценка.

Turchaeva I.N., Golovach V.M., Mishakova A.S.

ON THE ISSUE OF ASSESSING THE INVESTMENT POTENTIAL OF THE REGION

Abstract. The article, based on a generalization of regulations, scientific, educational, specialized literature and other sources, presents the authors' opinion on the definition of the category "investment potential of the region." Within the framework of this article, the authors provide two definitions: the first - from the standpoint of the resource approach, the second - within the framework of the systemic approach, i.e., taking into account the functional components, namely the set of private interdependent potentials that form the regional investment potential. The article also outlines the need to assess investment potential and presents in the form of a diagram the methodology recommended by the authors for assessing the investment potential of a region, based on a combination of quantitative and qualitative methods. Based on materials and statistical data for the Kaluga region, some results of the practical application of the methodology under consideration for assessing the investment potential of this region are presented.
Keywords: region, investment activity, investment potential, assessment, indices, scoring.

Введение. В современных условиях одним из основополагающих факторов развития социально-экономической системы выступают инвестиции. Это обусловлено тем, что активная инвестиционная деятельность экономических субъектов и регионов, во-первых, оказывает существенное влияние на конкурентоспособность и перспективы региональных экономик, выступая залогом устойчивого экономического развития территории, во-вторых, определяет доход соответствующих территорий, в-третьих, способствует решению целого ряда социальных задач. Ключевые понятия инвестиционной деятельности раскрываются и уточняются в трудах ученых-экономистов и законодательной практике [1]. Вместе с тем в последнее время возрастает актуальность исследования экономического содержания и подходов к оценке регионального инвестиционного потенциала, выступающего исходным параметром инвестиционной активности регионов. Роль и значимость инвестиционного потенциала в социально-экономическом развитии территорий обуславливает необходимость выделения адекватных его экономической сущности количественных показателей оценки на региональном уровне. С учетом изложенного можно утверждать, что тема данного исследования является актуальной и практически значимой.

Цель исследования – обосновать методику оценки регионального инвестиционного

потенциала.

Задачи исследования: сформулировать определение инвестиционного потенциала региона; предложить методику оценки регионального инвестиционного потенциала; продемонстрировать практическое применение предлагаемой методики на примере Калужской области.

Материалы и методы исследования. Исходными материалами при подготовке статьи послужили законодательные и иные нормативно-правовые акты, научные публикации, учебная литература, экспертные оценки, личные разработки авторов и иные источники по затронутым вопросам.

Теоретические, методологические и практические аспекты оценки и управления инвестиционным потенциалом региона в разные годы освещались в трудах отечественных и зарубежных исследователей, в том числе Барда В.С., Бузулукова С.Н., Дрогобыцкого Н.И. и Щепетова С.Е. [2], Голайдо И.М. [3], Головач В.М. [4, 15], Гуськовой Н.Д. [5], Кармова Р.А. [6], Катасонова В.Ю. [7], Климовой Н.И. [8], Корсакова М.Н. [9], Лахметкиной Н.И. [10], Малышева Р.Н. [11], Николаевского В. и Шахрая А. [12], Серикова С.Г. [13], Турганали И.Т. и Абдимомыновой А.Ш. [14], Ултургашевой О.Г., Лавренко А.В., Профатилова Д.А. [16], С. Фишера, Э. Долана, Майе П., Н. Грегори Мэнкью, П. Самуэльсона, К. Эрроу и др.

Вместе с тем отдельные аспекты обоснования сущности инвестиционного потенциала региона и показателей, выражающих его количественную сторону, требуют дальнейшего исследования и развития.

В работе использованы абстрактно-логический, сравнительный, индексный, экспертный и другие методы исследования.

Результаты исследования и их обсуждение. В процессе исследования был сделан вывод о различии взглядов авторов на понятие «инвестиционный потенциал региона». И если в общем виде под инвестиционным потенциалом региона большинство авторов подразумевают совокупность ресурсов, обеспечивающих стабильный рост его экономических показателей, то в части видов ресурсов, формирующих этот потенциал, подходы разнятся.

Так, по мнению Кармова Р.А. [6], Катасонова В.Ю. [7] и др., инвестиционный потенциал определяется способностью региона удовлетворять потребности в инвестиционных ресурсах без использования заемных средств, основываясь исключительно на имеющихся факторах производства (т. е. рабочей силе, природных ресурсах, инфраструктуре, возможностях для вложения капитала и высоком уровне потребительского спроса). Лахметкина Н.И. отмечает, что инвестиционный потенциал с точки зрения насыщенности факторами производства определяется как «сумма производственного, финансового, трудового, потребительского, инфраструктурного, инновационного и природно-ресурсного потенциалов» [10]. Николаевский В. [12], Турганали И.Т. [14], Ултургашева О.Г. [16] и др. расценивают инвестиционный потенциал как «все ресурсы региона», подразумевая как собственные, так и заемные ресурсы.

С учетом вышеизложенного, определим инвестиционный потенциал региона как совокупность сосредоточенных в регионе собственных и привлеченных ресурсов, используемых для целей реализации инвестиционной политики на данной территории, способствующей достижению устойчивого экономического роста. Оптимальное использование инвестиционного потенциала должно быть направлено на количественное увеличение и качественное совершенствование регионального валового продукта и факторов его производства, а также укрепление социальной стабильности и повышение уровня качества жизни населения территории.

Характеризуя инвестиционный потенциал более детально, представим его как совокупность целого ряда взаимосвязанных и взаимодействующих частных потенциалов, а именно: экономического, финансового, имущественного, кадрового, социального, экологического, инфраструктурного, информационного, институционального и др.

По вопросам оценки инвестиционного потенциала региона можно выделить

отраслевой, ресурсный, рейтинговый и результативный подходы, широко освещаемые в современной научной и учебной литературе. Каждый из подходов имеет свои достоинства и вполне приемлем для практического использования. Тем не менее в дополнение к существующим подходам считаем целесообразным предложить методику оценки изменения инвестиционного потенциала региона, основанную на расчете индекса оценки целевого ориентира. Описание предлагаемой методики в обобщенном виде представлено на рисунке 1.

Рисунок 1 – Методика оценки инвестиционного потенциала региона

Информационной основой анализа служат официальные статистические данные территориальных органов ФСГС. Полагаем, что предлагаемая методика достаточно «пластична»: целевые ориентиры и перечень показателей-индикаторов могут быть скорректированы экспертами с учетом специфики конкретных регионов, цели и задач анализа, наличия данных и др.

В рамках нашего исследования в качестве целевых ориентиров (целей) для оценки инвестиционного потенциала Калужской области было рассмотрено наращивание:

1) частных потенциалов, формирующих совокупный инвестиционный потенциал региона (уточним, что с учетом информации, представленной в открытом доступе на официальном сайте территориального органа ФСГС по Калужской области, в рамках данного исследования были выделены экономический, финансовый, кадровый, имущественный, экологический и социальный потенциалы, а также потенциал экономической безопасности региона);

2) объемов инвестиционной деятельности в Калужской области;

3) экспортных операций в регионе.

Достижение целевых ориентиров наращивания инвестиционного потенциала региона определяется в соответствии с критериями (см. рис. 1), смысловое содержание которых представлено на рисунке 2.

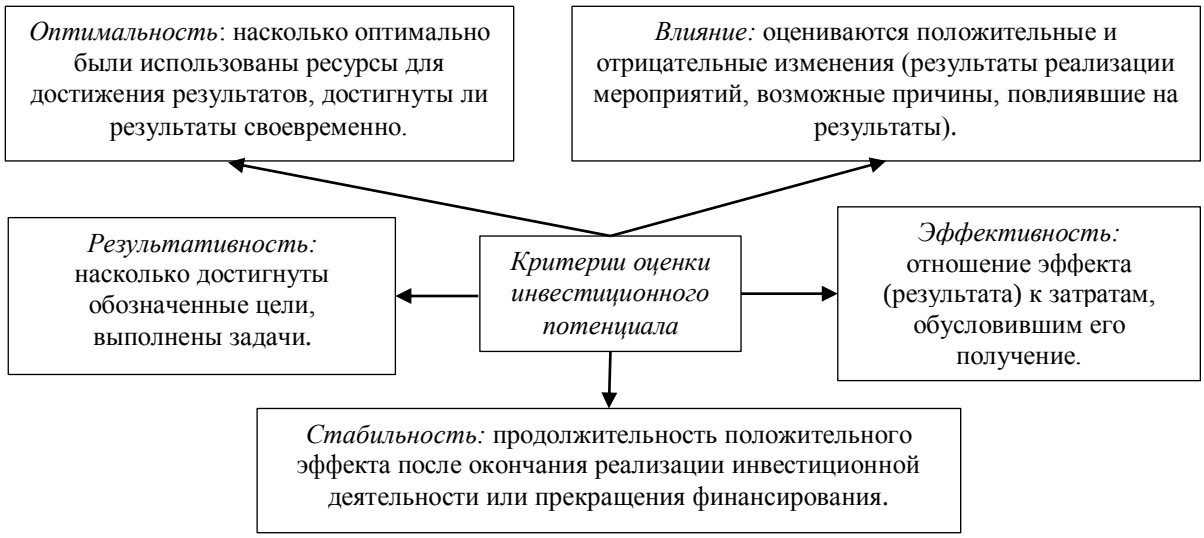


Рисунок 2 – Смысловое содержание критериев оценки инвестиционного потенциала региона

Целевые ориентиры, с учетом обозначенных критериев, могут характеризоваться определенными статистическими показателями, которые измеряются в динамике. Так, первый целевой ориентир был оценен на основе 52 показателей-индикаторов.

Каждый частный потенциал характеризовали следующие показатели:

экономический – валовой региональный продукт (в текущих основных ценах); валовой региональный продукт на душу населения; число предприятий и организаций в отрасли «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» (на конец года); число предприятий и организаций в обрабатывающих производствах (на конец года); число предприятий и организаций в строительстве (на конец года); объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами; продукция сельского хозяйства; объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «Строительство»; грузооборот автомобильного транспорта общего пользования;

финансовый – сальдированный финансовый результат организаций отрасли «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство»; сальдированный финансовый результат организаций в обрабатывающих производствах; сальдированный финансовый результат организаций в строительстве; удельный вес убыточных организаций по всем видам экономической деятельности; рентабельность проданных товаров, продукции, работ, услуг (всего в экономике); рентабельность активов в экономике;

кадровый – численность населения (на конец года); численность населения в трудоспособном возрасте; естественный прирост, убыль населения: на 1000 чел. населения; миграционный прирост, убыль населения: на 1000 чел. населения; численность занятых в экономике; численность безработных;

социальный – среднедушевые денежные доходы населения в месяц; среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций; численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума; общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя (всего); ввод в действие в сельской местности газовых сетей; число больничных организаций; число амбулаторно-поликлинических организаций; число больничных коек на 10 000 человек населения;

численность врачей на 10 000 человек населения;

имущественный – основные фонды в экономике по полной учетной стоимости (на конец года); ввод в действие основных фондов (в фактически действовавших ценах); коэффициент обновления основных фондов; степень износа основных фондов (по полному кругу организаций) на конец года; основные фонды отрасли «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство»; основные фонды обрабатывающих производств; основные фонды строительства; ввод в действие новых основных фондов за отчетный период; поступило за отчетный период основных фондов из прочих источников;

экологический – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников; инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов; инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов за счет бюджета области и местных бюджетов; инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов за счет собственных средств предприятий; текущие затраты организаций на охрану атмосферного воздуха; всего затрат организаций на сбор и очистку сточных вод; всего затрат на обращение с отходами;

экономической безопасности – зарегистрировано преступлений экономической направленности; выявлено лиц, совершивших преступления экономической направленности; зарегистрировано преступлений по ст. 285 (злоупотребление должностными полномочиями); зарегистрировано преступлений по ст. 290 (получение взятки); зарегистрировано преступлений по ст. 291 (дача взятки); не раскрыто преступлений экономической направленности.

Для оценки достижения второго целевого ориентира было выбрано 15 показателей: инвестиции в основной капитал (всего); инвестиции в непроизведенные нефинансовые активы; инвестиции в здания (кроме жилых) и сооружения, расходы на улучшение земель; инвестиции в машины и оборудование, транспортные средства, включая хозяйственный инвентарь и другие объекты; инвестиции в объекты интеллектуальной собственности; инвестиции за счет собственных средств; инвестиции за счет кредитов; инвестиции за счет займов других организаций; финансирование инвестиций из федерального бюджета; финансирование инвестиций из бюджета субъекта РФ; финансирование инвестиций из местных бюджетов; инвестиции в основной капитал в сельском хозяйстве; инвестиции в основной капитал обрабатывающих производств; инвестиции в основной капитал отрасли строительства; финансовые вложения (всего).

Достижение третьего целевого ориентира оценивалось на основе статистических данных об общем объеме экспорта, включая объем экспорта со странами дальнего зарубежья и со странами СНГ.

По представленной выше методике (см. рис. 1) рассчитываются темпы роста/снижения каждого показателя-индикатора (2021 г. по отношению к 2020 г.) или абсолютные отклонения в процентных пунктах для показателей, выраженных в процентах (речь идет о таких показателях, как удельный вес убыточных организаций; рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг); рентабельность активов, степень износа основных фондов и т.п.).

Далее каждому показателю присуждается соответствующий «динамический балл» (см. рис. 1). По каждому целевому ориентиру определяется сумма баллов. Фрагмент расчетов на примере финансового потенциала представлен в таблице 1.

На заключительном этапе рассчитываются индексы оценки целевых ориентиров и совокупный индекс оценки инвестиционного потенциала региона (таблица 2).

На основе полученных данных был сделан вывод о достижении каждой из обозначенных целей на 23 %, 60 % и 100 % соответственно. Сводный индекс свидетельствует о достижении главной цели – наращивание инвестиционного потенциала Калужской области на 34,3 %.

Таблица 1 – Фрагмент оценки изменения совокупного инвестиционного потенциала Калужской области на примере частного финансового потенциала

Показатели-индикаторы	2020 г.	2021 г.	Изменение показателя в динамике (К), %, раз, или ± п.п.	Динами-ческий балл
1. Сальдированный финансовый результат организаций отрасли «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство», тыс. руб.	-2097451	-8609823	в 4 раза	-1
2. Сальдированный финансовый результат организаций в обрабатывающих производствах, тыс. руб.	14940777	67516004	в 4,5 раза	1
3. Сальдированный финансовый результат организаций в строительстве, тыс. руб.	-464829	-730434	в 1,6 раза	-1
4. Удельный вес убыточных организаций по всем видам экономической деятельности, %	39,8	32,6	-7,2 п.п.	1
5. Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) всего в экономике, %	4,5	5,5	1 п.п.	1
6. Рентабельность активов всего в экономике, %	1,2	4,4	3,2 п.п.	1
Сумма баллов	х	х	х	2

На основе полученных данных был сделан вывод о достижении каждой из обозначенных целей на 23 %, 60 % и 100 % соответственно. Сводный индекс свидетельствует о достижении главной цели – наращивание инвестиционного потенциала Калужской области на 34,3 %.

Таблица 2 – Расчет индекса оценки наращивания инвестиционного потенциала Калужской области

Целевой ориентир (цель)	Значение «динамического балла» в рамках целевого ориентира	Максимальный «динамический балл»	Индекс оценки цели (ц) в год (г), $И_{(ц)}^{г}$, %
1. Наращивание частных потенциалов	12	52	23
2. Наращивание объемов инвестиционной деятельности	9	15	60
3. Наращивание объемов экспорта	3	3	100
Сводная динамическая оценка инвестиционного потенциала региона	24	70	34,3

Анализ показал, что основными сдерживающими факторами наращивания инвестиционного потенциала региона выступили:

– сокращение числа хозяйствующих субъектов в различных секторах экономики, в том числе в обрабатывающих производствах, в строительстве, сельском хозяйстве;

– получение отрицательного финансового результата субъектами предпринимательства по отдельным видам экономической деятельности;

– рост износа основных фондов и снижение показателей их обновления;

– рост экономической преступности в регионе;

– сокращение объемов финансирования инвестиционной деятельности за счет заемных источников и средств регионального бюджета и др.

Заметим, что тенденция роста показателей естественной убыли населения и ухудшения отдельных социальных параметров имеет отсроченный эффект и в перспективе может негативно отразиться на уровне инвестиционного потенциала региона.

В последние годы влияние обозначенных факторов на инвестиционный потенциал региона усугубилось под воздействием последствий пандемии коронавирусной инфекции, неопределенности экономической ситуации и инфляционных процессов в стране.

Выводы. Таким образом, инвестиционный потенциал выступает одной из основополагающих экономических категорий, определяющих инвестиционную активность экономических субъектов и регионов. Инвестиционный потенциал региона может быть определен как совокупность всех ресурсов, которыми располагает данная территория и которые при необходимости она может привлечь извне для решения поставленных экономических и социальных задач. С другой стороны, инвестиционный потенциал – это совокупность частных потенциалов (экономического, финансового, имущественного, кадрового, социального, экологического, инфраструктурного, информационного, институционального), каждый из которых оказывает существенное влияние на инвестиционную деятельность в регионе. Методика оценки регионального инвестиционного потенциала, предложенная авторами, учитывает оба аспекта и предполагает анализ уровня достижения ключевых целей социально-экономического развития региона и расчет индекса оценки целевого ориентира. Результаты анализа могут служить источником информации для обоснования корректив в организационно-экономические и иные мероприятия. Разумеется, не все аспекты оценки инвестиционного потенциала региона освещены в данной статье с достаточной степенью глубины и детализации, а некоторые положения носят дискуссионный характер. Вместе с тем надеемся, что предлагаемая методика оценки инвестиционного потенциала вызовет интерес и послужит стимулом для дальнейшего исследования и развития данного вопроса.

Список использованной литературы:

1. Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений: федеральный закон Российской Федерации № 39-ФЗ от 25.02.1999 г. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102058332 (дата обращения: 14.11.2023).
2. *Бард В.С., Бузулуков С.Н., Дрогобышевский Н.И., Щепетова С.Е.* Инвестиционный потенциал российской экономики. М.: Экзамен, 2003. 230 с.
3. *Голайдо И.М.* Оценка инвестиционного климата региона с учетом предпочтений инвесторов // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. 2016. № 11-1. С. 56-59.
4. *Головач В.М., Кривушина О.А. и др.* Анализ инвестиций и обоснование инвестиционного потенциала региона // Modern Economy Success. 2022. № 3. С. 124-131.
5. *Гуськова Н.Д., Краковская И.Н., Слушкина Ю.Ю. и др.* Инвестиционный менеджмент: учебник. М.: КНОРУС, 2014. 440 с.
6. *Кармов Р.А.* Инвестиционный потенциал и социально-экономические условия его реализации трансформируемой экономике: автореф. дис. … канд. экон. наук: 08.00.01 / Рустам Амдулахович Кармов. М., 2007. 28 с.
7. *Катасонов В.Ю.* Инвестиционный потенциал экономики: механизмы формирования и использования. М.: Аникс, 2005. 327 с.
8. *Климова Н.И.* Инвестиционный потенциал региона. Екатеринбург: Ин-т экон. УрО РАН, 1999. 280 с.
9. *Korsakov M.N., Samonova K.V.* Investment potential as a determent of social and economic region development // Humanities scientific researches. 2013. № 5. URL:

https://human.snauka.ru/en/2013/05/3228 (дата обращения: 14.11.2023).
10. *Лахметкина Н.И.* Инвестиционный потенциал – фундаментальное понятие инвестиционного процесса // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2011. № 4 (46). С. 17-20.
11. *Малышев Р.Н.* Инвестиционный потенциал государства в экономике современной России: автореф. дис. … канд. экон. наук: 08.00.01 / Руслан Николаевич Малышев. Тамбов, 2007. 20 с.
12. *Николаевский В. Шахрай А.* Финансовый инвестиционный потенциал и финансовый механизм инновационной деятельности // Банкаускі веснік = Банковский вестник: информационно-аналитический и научно-практический журнал Национального банка Республики Беларусь. 2017. № 9. С.47-53.
13. *Сериков С.Г.* Методические подходы к оценке инвестиционного потенциала на региональном уровне // Молодые ученые – Хабаровскому краю: материалы XIX краевого конкурса молодых ученых и аспирантов. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2017. С. 27-31.
14. *Турганали И.Т., Абдимомынова А.Ш.* Экономическое содержание и структура инвестиционного потенциала региона // Молодой ученый. 2016. № 4 (108). С. 507-510.
15. *Turchaeva I.N., Golovach V.M.* Digital Transformations in Agriculture as a Factor of Sustainable Rural Development // Studies in Systems, Decision and Control. 2021. Vol. 283. P. 517-524. DOI: 10.1007/978-3-030-58823-6_58.
16. *Ултургашева О.Г., Лавренко А.В. и др.* Экономическая сущность и структура инвестиционного потенциала региона // Проблемы современной экономики. 2011. № 1 (37). С. 227-229.

References:

1. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 39-FZ of February 25, 1999, *Ob investicionnoj deyatel`nosti v Rossijskoj Federacii, osushhestvlyaemoj v forme kapital`nyx vlozhenij* [On investment activities in the Russian Federation carried out in the form of capital investments]. In Russian). Available at: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102058332 (accessed 14.11.2023).
2. Bard V.S., Buzulukov S.N., Drogoby`shevskij N.I., Shhepetova S.E. *Investicionny`j potencial rossijskoj e`konomiki* [Investment potential of the Russian economy]. Moscow, Ekzamen Publ., 2003, 230 p. (In Russian).
3. Golajdo I.M. Ocenka investicionnogo klimata regiona s uchetom predpochtenij investorov [Assessment of the region's investment climate taking into account investor preferences]. *Novaya nauka: Teoreticheskij i prakticheskij vzglyad* [New Science: Theoretical and Practical View], 2016, no. 11-1, pp. 56-59. (In Russian).
4. Golovach V.M., Krivushina O.A. et al. Analiz investicij i obosnovanie investicionnogo potenciala regiona [Investment analysis and justification of the region’s investment potential]. *Modern Economy Success*, 2022, no. 3, pp. 124-131. (In Russian).
5. Gus`kova N.D., Krakovskaya I.N., Slushkina Yu.Yu. et al. *Investicionnyj menedzhment* [Investment management: textbook / 2nd edition, revised and expanded]. Moscow, KNORUS Publ., 2014, 440 p. (In Russian).
6. Karmov R.A. *Investicionnyj potencial i social'no-ekonomicheskie usloviya ego realizacii transformiruemoj ekonomike*. *Avtoref. diss. ... kand. ekon. nauk* [Investment potential and socio-economic conditions for its implementation in a transformed economy. Cand. econ. sci. diss. abstr.]. Moscow, 2007, 28 p. (In Russian).
7. Katasonov V.Yu. *Investicionny`j potencial e`konomiki: mexanizmy` formirovaniya i ispol`zovaniya* [Investment potential of the economy: mechanisms of formation and use]. Moscow, Aniks Publ., 2005, 327 p. (In Russian).
8. Klimova N.I. *Investicionny`j potencial regiona* [Investment potential of the region]. Ekaterinburg, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Publ.,

1999, 280 p. (In Russian).
9. Korsakov M.N., Samonova K.V. Investment potential as a determent of social and economic region development. *Humanities scientific researches*, 2013, no. 5. (In English). Available at: https://human.snauka.ru/en/2013/05/3228 (accessed 14.11.2023).
10. Lahmetkina N.I. Investicionnyj potencial – fundamental'noe ponyatie investicionnogo processa [Investment potential is a fundamental concept of the investment process]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya* [Financial analytics: problems and solutions], 2011, no. 4 (46), pp. 17-20. (In Russian).
11. Malyshev R.N. I*nvesticionnyj potencial gosudarstva v ekonomike sovremennoj Rossii*. *Avtoref. diss. ... kand. ekon. nauk* [Investment potential of the state in the economy of modern Russia. Cand. econ. sci. diss. abstr.]. Tambov, 2007, 20 p. (In Russian).
12. Nikolaevskij V. Shaxraj A. Finansovy`j investicionny`j potencial i finansovy`j mexanizm innovacionnoj deyatel`nosti [Financial investment potential and financial mechanism of innovation] // *Bankauski vesnik: informacionno-analiticheskij i nauchno-prakticheskij zhurnal Nacional`nogo banka Respubliki Belarus`* [Banking Bulletin: informational-analytical and scientific-practical journal of the National Bank of the Republic of Belarus], 2017, no. 9, pp.47-53. (In Russian).
13. Serikov S.G. Metodicheskie podxody k ocenke investicionnogo potenciala na regional`nom urovne [Methodological approaches to assessing investment potential at the regional level]. *Materialy 19 kraevogo konkursa molodyh uchenyh i aspirantov «Molodye uchenye – Habarovskomu krayu»* [Proceedings of the 19th regional competition of young scientists and graduate students «Young scientists – Khabarovsk Territory»]. Khabarovsk, Pacific State University Publ., 2017, pp. 27-31. (In Russian).
14. Turganali I.T., Abdimomy`nova A.Sh. E`konomicheskoe soderzhanie i struktura investicionnogo potenciala regiona [Economic content and structure of the region's investment potential]. *Molodoj ucheny`j* [Young scientist], 2016, no. 4 (108), pp. 507-510. (In Russian).
15. Turchaeva I.N., Golovach V.M. Digital Transformations in Agriculture as a Factor of Sustainable Rural Development. *Studies in Systems, Decision and Control*, 2021, vol. 283, pp. 517-524. (In English). DOI: 10.1007/978-3-030-58823-6_58.
16. Ulturgasheva O.G., Lavrenko A.V. i dr. E`konomicheskaya sushhnost` i struktura investicionnogo potenciala regiona [Economic essence and structure of the region's investment potential]. *Problemy` sovremennoj e`konomiki* [Problems of modern economics], 2011, no. 1 (37), pp. 227-229. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Турчаева Ирина Николаевна	канд. экон. наук, доцент, профессор кафедры информационных технологий, учета и экономической безопасности Калужский филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» 248007, г. Калуга, ул. Вишневского, 27 turiren@yandex.ru
Turchaeva Irina Nikolaevna	Ph.D. (Econ.), associate Professor, Professor of the Department of Information Technologies, Accounting and Economic Security Kaluga branch of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy 248007, Russian Federation, Kaluga, Vishnevsky str., 27 turiren@yandex.ru
Головач Валентина Михайловна	канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономики и управления Калужский филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» 248007, г. Калуга, ул. Вишневского, 27

	golovachvm@yandex.ru
Golovach Valentina Mikhailovna	Ph.D. (Econ.), associate Professor, associate Professor of the Department of Economics and Management Kaluga branch of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy 248007, Russian Federation, Kaluga, Vishnevsky str., 27 golovachvm@yandex.ru
Мишакова Алёна Сергеевна	студент 3-го курса специальности «Экономическая безопасность» Калужский филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» 248007, г. Калуга, ул. Вишневского, 27 chuchundra2003@mail.ru
Mishakova Alyona Sergeevna	student of the 3rd year of the specialty “Economic security” Kaluga branch of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy 248007, Russian Federation, Kaluga, Vishnevsky str., 27 chuchundra2003@mail.ru

УДК 639.2/.3 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.035**

Яркина Н.Н.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ОТРАСЛЕВОЙ СПЕЦИФИКИ (ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЙ УРОВЕНЬ)

Аннотация. В статье подчеркнуто, что исследование представляет собой продолжение научных разработок автора в области управления рыбохозяйственной деятельностью на предпринимательском уровне и имеет прикладной характер. Его целью является обоснование научного подхода к анализу и сравнительный анализ эффективности управления деятельностью предприятий сферы рыболовства, рыбоводства и рыбопереработки. В основу исследования были положены методы несплошного статистического наблюдения, в частности: основного массива и монографического обследования. Обоснована актуальность использования методического инструментария ресурсного подхода к анализу и оценке эффективности управления субъектами рыбохозяйственной деятельности, в рамках которого выделены понятия «эффективность собственно управления (управленческой деятельности)» и «эффективность управления производственно-хозяйственной деятельностью». Показана связь между дифференцированными показателями абсолютной эффективности управления предприятиями рыбохозяйственного комплекса и видом их экономической деятельности в контексте отраслевой специфики. Отмечено, что система показателей абсолютной и динамической эффективности позволяет адекватно оценивать эффективность управления рыбохозяйственными предприятиями, как в рамках анализа эффективности управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятий в целом, так и в рамках анализа эффективности собственно управленческого труда.
Ключевые слова: рыболовство, рыбоводство, рыбопереработка, эффективность управления, ресурсный подход.

Yarkina N.N.

EFFICIENCY OF FISHERIES, AQUACULTURE AND FISH PROCESSING MANAGEMENT THROUGH THE PRISM OF INDUSTRY SPECIFICS (ENTREPRENEURIAL LEVEL)

Abstract. The article emphasizes that the research is a continuation of the author's scientific developments in the field of fisheries management, aquaculture and fish processing at the entrepreneurial level and has an applied nature. Its purpose is to substantiate the scientific approach to analysis and direct comparative analysis of the effectiveness of the management of enterprises in the field of fishing, fish farming and fish processing. The research was based on the methods of non-continuous statistical observation, in particular: the main array and monographic survey. The relevance of the use of methodological tools of the resource approach to the analysis and evaluation of the effectiveness of the management of subjects of fishing, aquaculture and fish processing is substantiated, within which the concepts of "the effectiveness of management proper (management activity)" and "the effectiveness of management of production and economic activities" are highlighted. The connection between differentiated indicators of absolute efficiency of management of enterprises of the fisheries complex and the type of their economic activity in the context of industry specifics is shown. It is noted that the system of indicators of absolute and dynamic efficiency makes it possible to adequately assess the effectiveness of the management of enterprises producing fish products, both within the framework of the analysis of the effectiveness of the management of production and economic activities of enterprises as a whole, and within the framework of the analysis of the effectiveness of management work itself.
Keywords: fishing, aquaculture, fish processing, management efficiency, resource approach.

Введение. Рыбохозяйственный комплекс любого уровня иерархии мировой экономической системы, включая Российскую Федерацию и ее регионы, представляет собой сложное многофункциональное образование, решающее проблему обеспечения продукцией из водных биоресурсов, представление о котором дает секторально-функциональная систематизация и структурирование рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации (РХК РФ) [1]. Основу РХК составляют рыболовство, рыбоводство и рыбопереработка, миссия которых состоит в удовлетворении потребностей населения в продукции из «дикой» и искусственно выращенной рыбы и других животных водного происхождения без ущерба экосистеме Мирового океана, опираясь на принципы ответственного производства, обеспечивая ответственное потребление, что невозможно без эффективного управления рыбохозяйственной деятельностью как на государственном, так и предпринимательском уровнях.

Цель исследования – обоснование научного подхода к анализу и сравнительный анализ эффективности управления рыбохозяйственной деятельностью предприятий сферы рыболовства, рыбоводства и рыбопереработки; акцентирование отраслевых особенностей уровней показателей, определяющих результативность их управленческой деятельности.

Материалы и методы исследования. Представленная работа является продолжением авторского научного исследования в области управления рыбохозяйственной деятельностью [2], касается его предпринимательского уровня и носит прикладной характер.

В основу исследования легли такие методы несплошного статистического наблюдения как методы основного массива и монографического обследования, а также был задействован инструментарий экономического анализа.

Исследование опиралось на данные, характеризующие ресурсы (включая активы) и результаты хозяйственной деятельности шести российских предприятий – представителей различных видов рыбохозяйственной деятельности [3-8] в рамках ОКВЭД [9] за 2020-2021 годы.

Результаты исследования и их обсуждение. В основе анализа эффективности управления предпринимательской деятельностью лежит два принципиально отличающихся подхода – ресурсный и целевой, ориентированных, соответственно, как на оценку удельной результативности, представляющей собой соотношение между полученными результатами и затраченными на их достижение ресурсами, так и на оценку степени достижения поставленных целей, количественно выраженных через установленные оценочные критерии. Применение выделенных подходов на практике ограничено, в первую очередь, доступностью соответствующей информации о предприятиях – объектах наблюдения, что и обусловило выбор методического инструментария ресурсного подхода для анализа эффективности управления рыбохозяйственной деятельностью с учетом отраслевой специфики субъектов предпринимательства как наиболее информационно обеспеченного. Данные о предприятиях аналитической выборки приведены в таблице 1.

Согласно ресурсному подходу при оценке эффективности управления в качестве результата управленческого труда рассматриваются результаты деятельности предприятия, представленные целым комплексом итоговых характеристик производственной, коммерческой, финансовой, инновационно-инвестиционной деятельности в натуральном и стоимостном выражении. Затраты на управление предприятием складываются в первую очередь из текущих расходов на содержание аппарата управления, эксплуатацию технических средств, содержание зданий и помещений, подготовку и переподготовку кадров управления и т.д. Это, по сути, управленческие расходы предприятия обусловленного периода.

Несмотря на кажущуюся очевидность и простоту приведенного подхода к определению эффективности управления «... весьма спорным является тезис о самой возможности оценки эффективности системы управления по указанной схеме. Ведь управление – это, прежде всего, организация, целеполагание, постановка задач, коммуникации и т.д.» [10]. Тем не менее, в качестве простого и одновременно универсального средства оценки эффективности

управленческого труда (эффективности управления предприятием), целесообразно использовать «показатель (коэффициент) эффективности управления, отражающий опережение ростом результата производственно-хозяйственной деятельности предприятия рост затрат на управление предприятием, рассчитываемый по формуле:

$$k_{эу} = \frac{\uparrow P}{\updownarrow УЗ}, \quad (1)$$

где $k_{эу}$ – коэффициент эффективности управления. Если $k_{эу} > 1$, то работу аппарата управления предприятия в целом можно признать эффективной;

$\uparrow P$ – положительная динамика результата производственно-хозяйственной деятельности предприятия (выручки от реализации и (или) чистой прибыли), характеризуемая коэффициентом роста, темпом роста или темпом прироста соответствующего показателя;

$\updownarrow УЗ$ – разнонаправленная динамика совокупных затрат на управление, характеризуемая коэффициентом роста, темпом роста или темпом прироста административных расходов предприятия» [2, с. 179].

Таблица 1 – Общие сведения о рыбохозяйственных предприятиях Российской Федерации – объектах наблюдения [3-8]

Характеристики предприятий	ПАО «Мурманский траловый флот» (г. Мурманск)	АО «Океанрыбфлот» (г. Петропавловск-Камчатский)	ООО «Рыбная компания «Лунтос» (г. Петропавловск-Камчатский)	АО «Племенной форелеводческий завод «Адлер» (г. Сочи, с. Казачий Брод)	АО «Югорский рыбоводный завод» (г. Ханты-Мансийск)	ООО «Торговый дом «Балтийский берег» (г. Санкт-Петербург)
1	2	3	4	5	6	7
Основной вид деятельности по ОКВЭД	03.11[1]	03.11[1]	03.11[1]	03.22.3[2]	03.22.1[3]	10.20[4]
Основной объект промысла / аквакультуры / производства	треска, пикша, камбала, зубатка, окунь, креветка, сайда, сайка, мойва, путассу, сельдь, палтус, скумбрия, макрорус	минтай, треска, лосось, голец, горбуша, кета, нерка, сельдь, кальмар	краб камчатский	форель	осетр, стерлядь, муксун, пелядь	консервы из рыбы и море-продуктов
Среднесписочная численность[5], чел.	588	2331	173	131	75	887
Выручка[5], млн руб.	12286,2	19472,9	4533,5	410,4	503,5	17792,4
Чистая прибыль[5], млн руб.	2254,1	5428,7	2541,5	2,1	217,9	520,9

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Среднегодовая стоимость основных фондов[5], млн руб.	12222,2	1014,1	4211,0	365,4[6]	647,4	684,8
Среднегодовая стоимость оборотных средств [5], млн руб.	11864,3	10613,1	2528,3	298,1	733,9	4755,5
Примечание: расшифровка кодов ОКВЭД: [1] – рыболовство морское; [2] – рыбоводство прудовое; [3] – рыбоводство пресноводное индустриальное; [4] – переработка и консервирование рыбы, ракообразных и моллюсков; [5] – данные за 2021 год; [6] – данные на конец2021 года.						

Так как управленческая деятельность реализуется через соответствующие функции, которые охватывают все направления производственно-хозяйственной деятельности предприятия и способствуют их осуществлению, а качество управленческих решений во многом определяет объем привлекаемых ресурсов и уровень их отдачи, то оценка эффективности управления предприятием может осуществляться при помощи системы показателей, применяемых для оценки эффективности использования производственных ресурсов предприятия, включая трудовые ресурсы, основные производственные фонды, материальные ресурсы и оборотные средства (показатели дифференцированной эффективности), а также совокупные ресурсы предприятия (показатели интегральной эффективности) с использованием традиционных формул их расчета. Кроме того, важнейшей характеристикой эффективности управления предприятием является соответствующая динамика результативных показателей в абсолютном и относительном выражении, характеризуемая через систему показателей динамической эффективности.

Таким образом, исходя из степени охвата затрат, связанных с управлением рыбохозяйственным предприятием, выделяется эффективность собственно управления (управленческой деятельности) и эффективность управления производственно-хозяйственной деятельностью.

В таблицах 2-4 приведены данные, характеризующие, соответственно, дифференцированные и интегральные показатели абсолютной эффективности управления производственно-хозяйственной деятельностью, динамической эффективности управления предприятиями и эффективности управленческой деятельности.

Таблица 2 – Дифференцированные и интегральные показатели абсолютной эффективности управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятий, входящих в РХК РФ за 2021 г.

Показатели эффективности управления производственно-хозяйственной деятельностью	ПАО «Мурманский траловый флот»	АО «Океанрыбфлот»	ООО «Рыбная компания «Лунтос»	АО «Племенной форелеводческий завод «Адлер»	АО «Югорский рыбоводный завод»	ООО «Торговый дом «Балтийский берег»
1	2	3	4	5	6	7
Производительность труда, тыс. руб./чел.	22041,5	9179,885	27062,4	3187,0	6730,3	20206,4
Фондоотдача, руб./руб.	1,06	2,96	1,11	…	0,78	26,2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент оборачиваемости, об.	1,0	1,8	1,8	1,4	0,7	3,7
Длительность одного оборота оборотных средств, дн.	347,6	196,2	200,0	261,5	514,3	96,2
Рентабельность продукции, %	36,8	59,0	115,4	24,4	65,7	16,3
Общая рентабельность, %	11,4	38,5	37,7	…[1]	15,9	12,2
Примечание: [1]… в таблицах 2-4 означает, что значения соответствующих показателей не могут быть получены, так как необходимые для их расчета данные отсутствуют.						

Кроме того, данные таблицы 2 позволяют провести сравнительный анализ эффективности управления рыбохозяйственными предприятиями с учетом особенностей их деятельности, определяемых секторальной принадлежностью (рыболовство, рыбоводство и рыбопереработка).

Таблица 3 – Показатели динамической эффективности управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятий, входящих в РХК РФ, в 2021 г. по сравнению с 2020 г.

Показатели эффективности управления производственно-хозяйственной деятельностью	ПАО «Мурманский траловый флот»	АО «Океанрыбфлот»	ООО «Рыбная компания «Лунтос»	АО «Племенной форелевод ческий завод «Адлер»	АО «Югорский рыбоводный завод»	ООО «Торговый дом «Балтийский берег»
Темп прироста, %:						
- товарной продукции	5,2	23,0	86,1	39,9	132,0	89,3
- реализованной продукции	-2,8	12,0	80,4	36,2	131,1	87,3
- прибыли от продаж	-1,1	45,1	217,4	265,7	728,2	30,9
- прибыли от обычной деятельности до налогообложения	-66,1	100,2	120,7	-17,1	725,5	87,1
- производительности труда	10,9	23,0	71,0	29,2	147,4	75,0
- фондоотдачи	41,7	116,6	22,0	…	30,7	в 10 р.
- коэффициента оборачиваемости	-7,7	-88,1	100,0	28,7	105,2	35,1
Абсолютный прирост, %:						
- рентабельности продукции	0,8	18,8	71,6	17,5	53,3	-8,8
- общей рентабельности	-27,4	-5,4	17,3	…	13,8	3,4

Таблица 4 – Коэффициент эффективности управления предприятиями, входящими в РХК РФ, в 2021 г. по сравнению с 2020 г.

Наименования предприятий	Значение коэффициента
ПАО «Мурманский траловый флот»	-0,4
АО «Океанрыбфлот»	0,4
ООО «Рыбная компания «Лунтос»	…
АО «Племенной форелеводческий завод «Адлер»	…
АО «Югорский рыбоводный завод»	8,4
ООО «Торговый дом «Балтийский берег»	-40,4

Связь между дифференцированными показателями абсолютной эффективности управления предприятиями РХК и их отраслевой принадлежностью очевидна (см. табл. 2). Наибольший уровень ресурсоотдачи имеет рыбопереработка, далее идет морское рыболовство. Рыбоводство в силу специфики производственного процесса, отличающего длительным производственным циклом, имеет более низкие значения показателей ресурсоотдачи, что автоматически не означает более низкий уровень его интегральной эффективности.

Целесообразно отметить, что делать адекватные выводы относительности эффективности управления предприятиями по данным, охватывающим временной период в один год, некорректно. Тем не менее, комплексная оценка показателей динамической эффективности рассматриваемых предприятий позволяет констатировать, что управление их производственно-хозяйственной деятельностью в 2021 году было в основном эффективно (см. табл. 3). Данные таблицы 4 не позволяют в полной мере оценить эффективность собственно управленческой деятельности на основе коэффициента эффективности управления предприятиями для всех предприятий, однако тот факт, что работа аппарата управления АО «Югорский рыбоводный завод» эффективна, не вызывает сомнения.

Выводы. Проведенные расчеты свидетельствуют, что рассматриваемая система показателей абсолютной и динамической эффективности позволяет адекватно оценивать эффективность управления рыбохозяйственными предприятиями, как в рамках анализа эффективности управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятий в целом, так и в рамках анализа эффективности собственно управленческого труда. Полученные результаты абсолютно соотносятся с отраслевой спецификой субъектов предпринимательства, функционирующих в сфере рыболовства, рыбоводства и рыбопереработки.

Список использованной литературы:

1. *Яркина Н.Н., Ушаков В.В.* Рыбохозяйственный комплекс Российской Федерации: секторально-функциональная систематизация и структурирование в контексте устойчивого развития // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 4. С. 561-575. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50003322 (дата обращения: 21.09.2023).
2. *Яркина Н.Н.* Теоретико-прикладные аспекты комплексного механизма управления рыбохозяйственным предприятием: монография. Симферополь: ДИАЙПИ, 2015. 446 с.
3. Сайт «Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. «АО «Океанрыбфлот». URL: https://bo.nalog.ru/organizations-card/5773971 (дата обращения: 13.09.2023).
4. Сайт «Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. «АО «Племзавод «Адлер». URL: https://bo.nalog.ru/organizations-card/10894384 (дата обращения: 13.09.2023).
5. Сайт «Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. «АО «Югорский рыбоводный завод». URL: https://bo.nalog.ru/organizations-

card/298127 (дата обращения: 13.09.2023).
6. Сайт «Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. «ООО «ТД «Балтийский берег». URL: https://bo.nalog.ru/organizations-card/7676378 (дата обращения: 13.09.2023).
7. Сайт «Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. «ООО РК «ЛУНТОС». URL: https://bo.nalog.ru/organizations-card/5759052 (дата обращения: 13.09.2023).
8. Сайт «Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. «ПАО «Мурманский траловый флот». URL: https://bo.nalog.ru/organizations-card/6906136 (дата обращения: 13.09.2023).
9. ОК 029-2014. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности. 2014. № 14-ст. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/ (дата обращения 08.09.2023).
10. *Ищенко М.М., Крылов М.Г.* Оценка эффективности системы управления // Аудит и финансовый анализ. URL: https://auditfin.com/fin/2007/4/Ishenko/Ishenko%20.pdf (дата обращения: 17.09.2023).

References:

1. Yarkina N.N., Ushakov V.V. Rybohozyajstvennyj kompleks Rossijskoj Federacii: sektoral'no-funkcional'naya sistematizaciya i strukturirovanie v kontekste ustojchivogo razvitiya [Fisheries complex of the Russian Federation: sectoral-functional systematization and structuring in the context of sustainable development]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo texnologicheskogo universiteta* [Bulletin of KSMTU], 2022, no. 4, pp. 561-575. (In Russian). Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50003322 (accessed 21.09.2023).
2. Yarkina N.N. *Teoretiko-prikladnye aspekty kompleksnogo mekhanizma upravleniya rybohozyajstvennym predpriyatiem* [Theoretical and applied aspects of the integrated management mechanism of a fisheries enterprise]. Simferopol, DIAIPI Publ., 2015, 446 p. (In Russian).
3. *Sayt «Gosudarstvennyj informacionnyj resurs buhgalterskoj (finansovoj) otchetnosti. «AO «Okeanrybflot»* [Site “State information resource of accounting (financial) statements. “Okeanrybflot” JSC]. (In Russian). Available at: https://bo.nalog.ru/organizations-card/5773971 (accessed 13.09.2023).
4. *Sayt «Gosudarstvennyj informacionnyj resurs buhgalterskoj (finansovoj) otchetnosti. «AO «Plemzavod «Adler»* [Site “State information resource of accounting (financial) statements. “Adler Breeding Plant” JSC]. (In Russian). Available at: https://bo.nalog.ru/organizations-card/10894384 (accessed 13.09.2023).
5. *Sayt «Gosudarstvennyj informacionnyj resurs buhgalterskoj (finansovoj) otchetnosti. «AO «YUgorskij rybovodnyj zavod»* [Site “State information resource of accounting (financial) statements. “Yugorsky Fish Hatchery” JSC]. (In Russian). Available at: https://bo.nalog.ru/organizations-card/298127 (accessed 13.09.2023).
6. *Sayt «Gosudarstvennyj informacionnyj resurs buhgalterskoj (finansovoj) otchetnosti. «OOO «TD «Baltijskij bereg»* [Site “State information resource of accounting (financial) statements. “TD “Baltic coast” LLC]. (In Russian). Available at: https://bo.nalog.ru/organizations-card/7676378 (accessed 13.09.2023).
7. *Sayt «Gosudarstvennyj informacionnyj resurs buhgalterskoj (finansovoj) otchetnosti. «OOO RK «LUNTOS»* [Site “State information resource of accounting (financial) statements. “Fishing Company “LUNTOS” LLC]. (In Russian). Available at: https://bo.nalog.ru/organizations-card/5759052 (accessed 13.09.2023).
8. *Sayt «Gosudarstvennyj informacionnyj resurs buhgalterskoj (finansovoj) otchetnosti. «PAO «Murmanskij tralovyj flot»* [Site “State information resource of accounting (financial) statements. “Murmansk Trawl Fleet” PJSC]. (In Russian). Available at: https://bo.nalog.ru/organizations-card/6906136 (accessed 13.09.2023).

9. *OK 029-2014. Obshcherossijskij klassifikator vidov ekonomicheskoj deyatel'nosti. 2014. № 14-st.* [OK 029-2014. All-Russian classifier of types of economic activity, 2014, no. 14-st]. (In Russian). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/ (accessed 08.09.2023).
10. Ishchenko M.M., Krylov M.G. Ocenka effektivnosti sistemy upravleniya [Evaluation of the effectiveness of the management system]. *Audit i finansovyj analiz* [Audit and financial analysis]. (In Russian). Available at: https://auditfin.com/fin/2007/4/Ishenko/Ishenko%20.pdf (accessed 17.09.2023).

Сведения об авторе / Information about author

Яркина Наталья Николаевна	д-р экон. наук, профессор кафедры экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298306, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 nata-yarkina@yandex.ru
Yarkina Natalya Nikolaevna	Dr. Sci. (Econ.), Professor at the Department of Economics and Humanities Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 nata-yarkina@yandex.ru

УДК 519.865.3 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.036**

Карпов Ф.В., Федоров Г.В., Шкадова А.Р.

АНАЛИЗ И ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ «ХИЩНИК – ЖЕРТВА» В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Аннотация. В статье рассматривается математическая модель Лотки – Вольтерры (она же модель «хищник – жертва»). Данная модель имеет широкий спектр применений, позволяя описывать процессы, в том числе происходящие в экономике. В экономических системах рассматриваемая модель активно применяется при изучении динамики развития таких взаимодействий как: отношение среднего дохода городского населения к среднему по стране; отношение между конкурентами: крупным и малом бизнесом; отношение численности населения страны к объему ресурсов (товаров) первой необходимости и прочих. В работе уделяется особое внимание вопросу устойчивости, другими словами, возможности систем адаптироваться под среду с наличием внешних возмущающих факторов. В качестве примеров рассматривается взаимодействие двух групп – хищников и жертв (группы представителей крупного бизнеса и малого бизнеса соответственно), которые подвержены внешнему воздействию, способствующему сокращению обоих видов (различного рода государственных регуляций, способствующих этому).
Ключевые слова: модель «хищник – жертва», устойчивость, теория управления, точки равновесия, динамическая модель, непрерывная модель, дифференциальные уравнения.

Karpov F.V., Fedorov G.V., Shkadova A.R.

ANALYSIS AND APPLICATION OF THE «PREDATOR – PREY» MODEL IN ECONOMIC PROCESSES

Abstract. The article deals with the Lotka – Volterra mathematical model (also known as the «predator–prey» model). This model has a wide range of applications, allowing one to describe processes, including those occurring in the economy. In economic systems, the model under consideration is actively used in studying the dynamics of development of such interactions as: the ratio of the average income of the urban population to the national average; relationship between competitors: large and small businesses; the ratio of the country's population to the volume of essential resources (goods) and others. The work pays special attention to the issue of stability, in other words, the ability of systems to adapt to an environment with the presence of external disturbing factors. As examples, the interaction of two groups is considered - predators and victims (groups of representatives of large businesses and small businesses, respectively), which are subject to external influences that contribute to the reduction of both types (various types of government regulations that contribute to this).
Keywords: «predator – prey» model, stability, control theory, equilibrium points, dynamic model, continuous model, differential equations.

Введение. Подавляющее большинство процессов в современном мире подчинено описанию с помощью математических моделей. Математическая модель – это абстрактное описание конкретной системы с использованием математических понятий и языка. Математические модели используются в различных областях науки, таких как механика и физика, биология, науки о Земле, химия, инженерные дисциплины. Не являются исключением и процессы, которые протекают в различных отраслях экономики. Использование математических моделей для решения задач в бизнесе составляет большую часть области исследования операций и теории игр [1–3]. Модели позволяют помочь понять систему и изучить влияние различных факторов. Отдельный интерес представляют модели прогностического характера, позволяющие делать как краткосрочные прогнозы, так и прогнозы на большие промежутки времени. Известны различные подходы прогнозирования

динамики индикаторов [4–6], основанные на использовании статистических данных. Помимо статистического анализа, большой интерес представляют непрерывные математические модели [7–20].

В представленном исследовании исследуется и анализируется математическая модель Лотки–Вольтерры, также известная как модель «хищник – жертва». Эта модель находит широкое применение в описании различных процессов, включая те, которые протекают в различных областях экономики. В частности, можно выделить ряд примеров применения данной модели: процесс выравнивания цен, однопродуктовую модель, модель работы сетевого маркетинга, модель классовой борьбы. Важной особенностью модели Лотки – Вольтерра является ее гибкость в интерпретации математической формы в различных контекстах отношений «хищник – жертва», зависящих от факторов, воздействующих на систему. В экономических системах данная модель активно используется для изучения динамики взаимодействий, таких как отношение среднего дохода городского населения к среднему по стране, взаимоотношения между конкурентами разных масштабов бизнеса, а также соотношение численности населения страны к объему ресурсов первой необходимости [15], [17]. Последние значимые исследования в данной области представлены в работах [15–20], в том числе стоит отметить работы авторов в данной области [7–9].

При проведении исследования математических моделей, которые описывают взаимодействие различных обществ, воздействие потребителей и поставщиков товаров, а также воздействие государственных регуляций на динамику рыночной экономики и прочих аспектов, крайне важным становится анализ устойчивости таких систем. В данном контексте под устойчивостью понимается способность систем адаптироваться к переменным условиям окружающей среды, учитывая воздействие разнообразных внешних возмущающих факторов. Эта способность системы к адаптации является ключевым элементом ее долгосрочного функционирования и качества ее применения в разнообразных условиях.

Устойчивость математических моделей имеет важное значение для прогнозирования и понимания поведения системы в долгосрочной перспективе. Анализируя возможности адаптации системы к воздействию внешних факторов, можно выявить ключевые параметры и условия, которые могут кардинальным образом менять поведение системы, что в свою очередь способствует разработке более эффективных стратегий управления и прогнозирования в условиях динамичного окружения.

В представленной работе рассматривается взаимодействие двух групп – хищников и жертв, которые подвержены внешнему воздействию, способствующему сокращению обоих видов (истреблению).

Цель исследования. Цель исследования данной статьи заключается в анализе и исследовании математической модели «хищник – жертва» и ее применении в контексте экономических субъектов, подлежащих воздействию внешних факторов. Основными задачами исследования являются:

1. Построение математической модели таким образом, когда не производится внешних воздействий (то есть рассматривается изолированная среда), а также, когда производится внешнее воздействие на субъекты модели.

2. Анализ устойчивости модели, то есть, способности субъектов адаптироваться к изменяющейся среде при воздействии внешних факторов.

3. Рассмотрение численных примеров взаимодействия двух групп – хищников и жертв, адаптированных в контексте экономических субъектов, подверженных воздействию внешних факторов, влияющих на обе группы.

Исследование направлено на более глубокое понимание применимости модели «хищник – жертва» в экономических системах и ее способности предсказывать и объяснять динамику взаимодействия между различными субъектами в условиях внешних изменений (таких как геополитическая обстановка) и регуляций.

Материалы и методы исследования. Для построения математической модели введем следующие обозначения: $n_1(t)$ – численность жертв в момент времени t; $n_2(t)$ –

численность хищников в момент времени t; λ_1 – коэффициент, характеризующий появление новых жертв (коэффициент рождаемости); λ_2 – коэффициент убыли хищников; при встречах хищников с жертвами происходит их взаимодействие, в результате которого происходит сокращение жертв. Назовем это взаимодействие убийством. Убийство жертв происходит с коэффициентом γ_1; сытые хищники способны к воспроизводству с коэффициентом γ_2.

Рассмотрим ограниченную территорию, предполагая, что члены двух групп не подвержены иммиграции или эмиграции, и ресурсы для существования группы жертв предоставлены в изобилии. В условиях благоприятного окружения скорость размножения пропорциональна текущей численности:

$$\frac{dn}{dt} = \lambda n.$$

Тогда уравнение изменения количества жертв (без учета хищников) принимает следующий вид

$$\frac{dn_1}{dt} = \lambda_1 n_1,$$

где $\frac{dn_1}{dt}$ – скорость прироста популяции жертв.

Когда хищники не охотятся, они вымирают, следовательно, уравнение для их численности (без учета численности жертв) имеет вид

$$\frac{dn_2}{dt} = -\lambda_2 n_2,$$

где $\frac{dn_2}{dt}$ – скорость прироста популяции хищников. С учетом этого система уравнений модели такова:

$$\begin{cases} \dot{n}_1 = \lambda_1 n_1 - \gamma_1 n_1 n_2, \\ \dot{n}_2 = -\lambda_2 n_2 + \gamma_2 n_1 n_2. \end{cases} \quad (1)$$

Это модель Лотки – Вольтерры «хищник – жертва».

Сделаем в системе (1) замену $\gamma_1 = \beta_1 \alpha$ и $\gamma_2 = \beta_2 \alpha$, тогда

$$\begin{cases} \dot{n}_1 = \lambda_1 n_1 - \beta_1 \alpha n_1 n_2, \\ \dot{n}_2 = -\lambda_2 n_2 + \beta_2 \alpha n_1 n_2. \end{cases} \quad (2)$$

Введем в рассмотрение определение. Поверхность $W(x) = c$ будем называть замкнутой относительно точки O, если на любой непрерывной линии, соединяющей O с точкой границы области D, имеется по крайней мере одна точка, в которой $W(x) = c$. Используя определение, покажем, что линии уровня $W(n_1, n_2)$ являются замкнутыми кривыми, окружающими точку равновесия.

Рассмотрим систему (2). Фазовым пространством будет множество

$$\mathbb{R}_+^2 = \{(n_1, n_2): n_1 \geq 0, n_2 \geq 0\}.$$

Найдем положение равновесия системы (2):

$$\begin{cases} n_1(\lambda_1 - \beta_1 \alpha n_2) = 0, \\ n_2(-\lambda_2 + \beta_2 \alpha n_1) = 0. \end{cases}$$

Существует два положения равновесия (две неподвижные точки) $M_0(0,0)$ и $M_1\left(\frac{\lambda_2}{\beta_2\alpha},\frac{\lambda_1}{\beta_1\alpha}\right)$.

Рассмотрим линеаризацию вблизи первого стационарного состояния, для этого составим линеаризованную систему

$$\begin{cases} P(n_1,n_2) = \lambda_1 n_1 - \beta_1\alpha n_1 n_2, \\ Q(n_1,n_2) = -\lambda_2 n_2 + \beta_2\alpha n_1 n_2. \end{cases}$$

В точке M_0

$$\left.\frac{\partial P}{\partial n_1}\right|_{M_0} = \lambda_1, \qquad \left.\frac{\partial P}{\partial n_2}\right|_{M_0} = 0, \qquad \left.\frac{\partial Q}{\partial n_1}\right|_{M_0} = 0, \qquad \left.\frac{\partial Q}{\partial n_2}\right|_{M_0} = -\lambda_2.$$

Из этого следует, что линеаризованная система вблизи точки M_0 имеет вид

$$\begin{cases} \dot{n}_1 = \lambda_1 n_1, \\ \dot{n}_2 = -\lambda_2 n_2. \end{cases} \tag{3}$$

Собственные числа $k_1 = \lambda_1$, $k_2 = -\lambda_2$ системы (3) — вещественные и разного знака ($k_1 > 0, k_2 < 0$). Следовательно, положение равновесия точки M_0 – неустойчиво и является седлом.

Рассмотрим второе стационарное состояние

$$\left.\frac{\partial P}{\partial n_1}\right|_{M_1} = 0, \qquad \left.\frac{\partial P}{\partial n_2}\right|_{M_1} = -\frac{\beta_1}{\beta_2}\lambda_2, \qquad \left.\frac{\partial Q}{\partial n_1}\right|_{M_1} = \frac{\beta_2}{\beta_1}\lambda_1, \qquad \left.\frac{\partial Q}{\partial n_2}\right|_{M_1} = 0.$$

Отсюда следует, что линеаризованная система в окрестности точки M_1 имеет вид

$$\begin{cases} \dot{n}_1 = -\dfrac{\beta_1}{\beta_2}\lambda_2 n_2, \\ \dot{n}_2 = \dfrac{\beta_2}{\beta_1}\lambda_1 n_1. \end{cases} \tag{4}$$

Собственные числа системы (4) лежат на мнимой оси $k = \pm\sqrt{(\lambda_1\lambda_2)}i$. Следовательно, положение равновесия негиперболическое (центр) и линейное приближение не дает ответа об устойчивости (т. е. первый метод Ляпунова не позволяет установить устойчивость) [19, 20].

Рассмотрим второй метод Ляпунова для системы (4). Для удобства введем следующие замены $a = \frac{\beta_1}{\beta_2}\lambda_2$, $b = \frac{\beta_2}{\beta_1}\lambda_1$ $(a,b > 0)$. Тогда

$$\begin{cases} \dot{n}_1 = -a n_2, \\ \dot{n}_2 = b n_1. \end{cases}$$

В окрестности точки M_1 имеем функцию Ляпунова, которая больше нуля

$$V(n_1,n_2) = \frac{1}{\mathrm{a}}n_1^2 + \frac{1}{b}n_2^2 > 0,$$

ее производная

$$\dot{V}(n_1,n_2) = \operatorname{grad} V\begin{pmatrix}-an_2\\ bn_1\end{pmatrix} = \left(\frac{1}{a}2n_1, \frac{1}{b}2n_2\right)\begin{pmatrix}-an_2\\ bn_1\end{pmatrix} = -2n_1n_2 + 2n_2n_1 = 0.$$

Тогда по теореме Ляпунова об устойчивости положение равновесия M_1 устойчиво, но не асимптотически.

Найдем фазовые траектории системы (2), сделав преобразования:

$$\frac{\dot{n}_1}{\dot{n}_2} = \frac{n_1(\lambda_1 - \beta_1\alpha n_2)}{n_2(-\lambda_2 + \beta_2\alpha n_1)} \Rightarrow \frac{\dot{n}_1}{\dot{n}_2} = \frac{dn_1}{dn_2}.$$

Тогда

$$\frac{-\lambda_2 + \beta_2\alpha n_1}{n_1}dn_1 = \frac{\lambda_1 - \beta_1\alpha n_2}{n_2}dn_2.$$

Следовательно,

$$\int\left(-\frac{\lambda_2}{n_1} + \beta_2\alpha\right)dn_1 = \int\left(\frac{\lambda_1}{n_2} - \beta_1\alpha\right)dn_2. \qquad (5)$$

Проинтегрировав (5), получим

$$-\lambda_2\ln n_1 + \beta_2\alpha n_1 = \lambda_1\ln n_2 - \beta_1\alpha n_2 + C, \qquad -\ln n_1^{\lambda_2} - \ln n_2^{\lambda_1} + \alpha(\beta_2 n_1 + \beta_1 n_2) = C,$$
$$\alpha(\beta_2 n_1 + \beta_1 n_2) - \ln\left(n_1^{\lambda_2}n_2^{\lambda_1}\right) = C, \qquad e^{\alpha(\beta_2 n_1 + \beta_1 n_2) - \ln\left(n_1^{\lambda_2}n_2^{\lambda_1}\right)} = e^C.$$

Первые интегралы системы

$$V(n_1,n_2) = \lambda_2\ln n_1 - \alpha\beta_2 n_1 + \lambda_1\ln n_2 - \alpha\beta_1 n_2, \qquad W(n_1,n_2) = e^{V(n_1,n_2)},$$
$$\dot{V}(n_1,n_2) = \lambda_2\frac{1}{n_1}\dot{n}_1 - \alpha\beta_2\dot{n}_1 + \lambda_1\frac{1}{n_2}\dot{n}_2 - \alpha\beta_1\dot{n}_2 = 0, \qquad \dot{W}(n_1,n_2) = 0.$$
$$\frac{e^{\alpha\beta_2 n_1}e^{\alpha\beta_1 n_2}}{n_1^{\lambda_2}n_2^{\lambda_1}} = C_*.$$
$$f_1(n_1) = \frac{e^{\alpha\beta_2 n_1}}{n_1^{\lambda_2}} > 0 \text{ при } n_1 > 0, \qquad f_2(n_2) = \frac{e^{\alpha\beta_1 n_2}}{n_2^{\lambda_2}} > 0 \text{ при } n_2 > 0.$$

Рассмотрим

$$f_1'(n_1) = \frac{\alpha\beta_2 e^{\alpha\beta_2 n_1}n_1^{\lambda_2} - e^{\alpha\beta_2 n_1}\lambda_2 n_1^{\lambda_2 - 1}}{\left(n_1^{\lambda_2}\right)^2} = \frac{n_1^{\lambda_2}\left(\alpha\beta_2 - \frac{\lambda_2}{n_1}\right)e^{\alpha\beta_2 n_1}}{\left(n_1^{\lambda_2}\right)^2} = \frac{\left(\alpha\beta_2 - \frac{\lambda_2}{n_1}\right)e^{\alpha\beta_2 n_1}}{n_1^{\lambda_2}}.$$

Значение $f_1'(n_1) = 0$ тогда и только тогда, когда $n_1 = \frac{\lambda_2}{\alpha\beta_2}$ – точка экстремума функции $f_1(n_1)$. Аналогично, $n_2 = \frac{\lambda_1}{\alpha\beta_1}$ – точка экстремума функции $f_2(n_2)$. Среднее значение количества жертв и хищников не меняются и являются максимумом V и W. Средние значения имеют вид

$$\frac{1}{T}\int_0^T n_2(t)dt = \frac{\lambda_1}{\alpha\beta_1}, \qquad \frac{1}{T}\int_0^T n_1(t)dt = \frac{\lambda_2}{\alpha\beta_2}.$$

Функция $f(n_1, n_2) = f_1(n_1)f_2(n_2)$ принимает максимальное значение в точке $M_1\left(\frac{\lambda_2}{\alpha\beta_2}, \frac{\lambda_1}{\alpha\beta_1}\right)$, т. е. в точке, где достигается устойчивое положение равновесия. Следовательно, линии уровня – замкнутые кривые вокруг точки M_1, фазовые траектории совпадают с линиями уровня, а точка $M_1\left(\frac{\lambda_2}{\alpha\beta_2}, \frac{\lambda_1}{\alpha\beta_1}\right)$ – является их центром. Следовательно, линии уровня

$$W(n_1, n_2) = \frac{e^{\alpha\beta_2 n_1} e^{\alpha\beta_1 n_2}}{n_1^{\lambda_2} n_2^{\lambda_1}} = C_*$$

являются замкнутыми кривыми относительно точки равновесия M_1.

Рассмотрим теперь случай, когда производится управление численностью популяций путем истребления особей каждого вида, которое будем считать здесь пропорциональным численности популяций. В этом случае управления взаимодействия популяций запишутся так

$$\begin{cases} \dot{n}_1 = (\lambda_1 - \tilde{\gamma}_1)n_1 - \beta_1 a n_1 n_2, \\ \dot{n}_2 = -(\lambda_2 + \tilde{\gamma}_2)n_2 + \beta_2 a n_1 n_2, \end{cases} \tag{6}$$

где $\tilde{\gamma}_1$, $\tilde{\gamma}_2$ – коэффициенты интенсивности истребления жертв и хищников соответственно. Рассмотрим случай $\lambda_1 > \tilde{\gamma}_1$, т. е. скорость истребления жертв меньше скорости их размножения. Тогда средние значения имеют вид

$$\frac{1}{T}\int_0^T n_2(t)dt = \frac{\lambda_1 - \tilde{\gamma}_1}{\beta_1 a}, \qquad \frac{1}{T}\int_0^T n_1(t)dt = \frac{\lambda_2 + \tilde{\gamma}_2}{\beta_2 a}. \tag{7}$$

Нетривиальным фактом здесь является то, что, производя истребление жертв и не истребляя хищников, мы не влияем на среднюю численность жертв. При этом средняя численность хищников уменьшится.

Рассмотрим теперь, как будет меняться популяция хищников и жертв в случае, когда $\lambda_2 + \tilde{\gamma}_2 < 0$. Хищники будут размножаться до бесконечности, а все жертвы будут уничтожены. Более того,

$$\frac{\dot{n}_2}{n_2} \geq -(\lambda_2 + \tilde{\gamma}_2) > 0.$$

Проинтегрировав это неравенство от 0 до t, получим

$$\ln n_2(t) \geq -(\lambda_2 + \tilde{\gamma}_2)t \xrightarrow[t\to\infty]{} \infty,$$

что при равенстве будет тождественно

$$n_2(t) = e^{-(\lambda_2 + \tilde{\gamma}_2)t} \xrightarrow[t\to\infty]{} \infty,$$

т. е. количество хищников с течением времени будет экспоненциально расти. Аналогично можно показать, что количество жертв будет экспоненциально убывать.

Результаты исследования и их обсуждение. Рассматривается два примера применения модели «хищник – жертва»: пример взаимодействия группы хищников и группы жертв без внешнего воздействия, а также пример взаимодействия группы хищников и группы жертв с наличием внешнего воздействия на обе группы.

Пример 1. Взаимодействие хищников и жертв.

Основываясь на рассмотренной модели, можно рассмотреть один из широко распространенных процессов в инновационной экосистеме – слияние и поглощение компаний. В данном контексте представители крупного бизнеса (корпорации, лидеры рынка) выступает в роли хищников (их количество меньше, но они обладают большим контролем над ресурсами, то есть обладают большей «силой»), в то время как субъекты малого бизнеса (стартапы, начинающие производства, малые инновационные предприятия) является представителями группы жертв (их количество больше, но они обладают значительно меньшим контролем над ресурсами). Таким образом, представители крупного бизнеса формируют группу хищников, а представители малого бизнеса – группу жертв. Важно отметить, что в данном примере отсутствует внешнее воздействие в виде государственных регуляций или других внешних воздействий.

Примем единичные значения всех входящих в систему (1) констант

$$\lambda_1 = 1,\ \lambda_2 = 1, \gamma_1 = 1, \gamma_2 = 1. \tag{7}$$

Решим систему (1) с константами (7) приближенно, задав в качестве начальных значений численность группы представителей малого бизнеса 1,5 (тысяч, десятков, сотен тысяч или миллионов и т. д.), а численность представителей крупного бизнеса 0,5 таких же условных единиц (т. е. число представителей малого бизнеса вначале в три раза больше, чем представителей крупного бизнеса, на практике разрыв существенно больше). На рисунке 1 представлены графики численности представителей обеих групп относительно времени t.

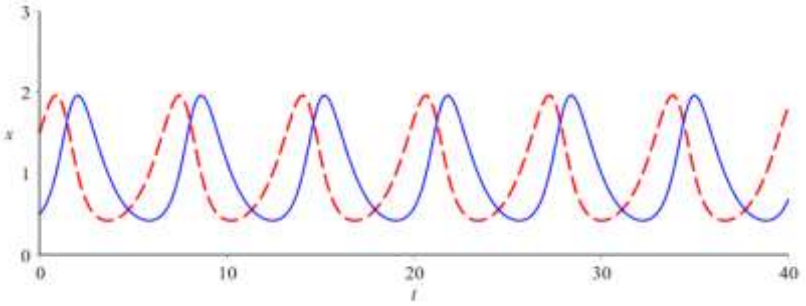


Рисунок 1 – Численность представителей группы малого бизнеса относительно времени – $n_1(t)$ и представителей группы крупного бизнеса относительно времени – $n_2(t)$

На рис. 1 динамика изменения количества представителей малого бизнеса показана пунктиром, а динамика изменения количества представителей крупного бизнеса – сплошной линией. Видно, что колебания количества представителей малого бизнеса опережают колебания количества представителей крупного бизнеса.

На рис. 2 построена фазовая кривая в диапазоне по t от нуля до числа, равного периоду, также на графике отмечены точки равновесия и начальная точка. Ромбами обозначены точки равновесия.

Фазовую кривую, изображенную на рис. 2, следует понимать следующим образом. Точка с координатами $n_2 = 1{,}5$ и $n_2 = 0{,}5$ соответствует начальным условиям в нулевой момент времени. Далее будем двигаться вправо. При небольшом количестве представителей группы крупного бизнеса, количество представителей группы малого бизнеса увеличивается почти экспоненциально. Однако, при росте количества представителей группы малого бизнеса член в системе (1) $\gamma_2 n_1 n_2$, отвечающий за взаимодействие малого и крупного бизнесов, также будет расти. Вплоть до значения $n_1 = 2$ величина n_2 также растет (юго-

восточная часть графика).

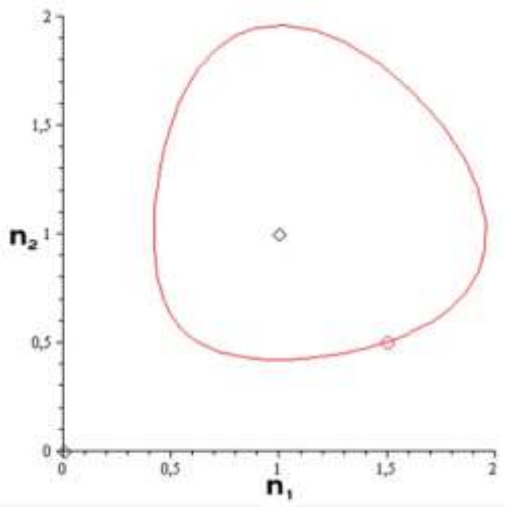


Рисунок 2 – Фазовая кривая системы (1) в координатах (n_1, n_2), Диапазон изменения параметра t от 0 до T, где – период (примерно равен 6,588), определяемый по таблице значений $x = x(t), y = y(t)$ или по графику, представленному на рис. 1

Затем кривая поворачивает назад, т. е. влево. Это означает, что величина n_1 начинает убывать, однако (пока количество субъектов малого бизнеса еще велико) n_2 продолжает расти. Это можно видеть на северо-восточном участке графика. Рост количества крупного бизнеса, разумеется, приводит к продолжающемуся уменьшению малого бизнеса, но, когда $\gamma_2 n_1$ уравнивается, а затем становится меньше λ_2 во втором уравнении системы (1), рост количества субъектов крупного бизнеса начинает снижаться (северо-западная часть графика). Вначале крупный бизнес держится на достаточно высоком уровне, поэтому малый бизнес продолжает снижаться до минимального уровня (юго-запад). Однако это отражается и на крупном бизнесе. При малом количестве компаний для поглощения количество представителей крупного бизнеса уменьшается до тех пор, пока произведение $\gamma_1 n_2$ не упадет ниже λ_1 (первое уравнение системы (1)). И, хотя количество малых компаний еще невелико, количество крупных компаний продолжает падать вплоть до замыкания цикла.

Фазовая кривая представляет собой замкнутую выпуклую кривую без самопересечений. По виду ее можно сказать, что динамика взаимодействия субъектов малого и крупного бизнеса при принятии жесткой математической модели, описываемой системой (1), имеет строго циклический, периодический характер с периодом 6,588.

Из рисунка 1 также видно, что численность крупных компаний всегда следует за численностью малых компаний.

Пример 2. Взаимодействие хищников и жертв с учетом внешнего воздействия.

К случаю, описанному в примере 1, добавляется комплекс мер, действий, применяемых государством для коррекций и установления основных экономических процессов (комплекс государственных регуляций рыночной экономики). Такой случай можно жестко описать системой уравнений (6). В таком случае к константам (7) добавляются константы

$$\tilde{\gamma}_1 = 0{,}1, \tilde{\gamma}_2 = 0{,}3,$$

характеризующие меньшее количество регуляций к малым компаниями и большее количество регуляций к крупным компаниям.

На рис. 3 представлена динамика численности субъектов малых и крупных компаний. Видно, что несмотря на более жесткую регуляторную политику в отношении крупного бизнеса, последствия для малого бизнеса оказываются более существенными.

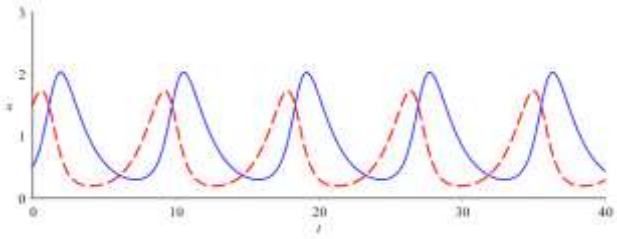


Рисунок 3 – Численность представителей группы малого бизнеса относительно времени – $n_1(t)$ (пунктирный график) и представителей группы крупного бизнеса относительно времени – $n_2(t)$ (непрерывный график).

В случае, если меры воздействия на малый бизнес выше, чем на крупный, например, при значениях констант

$$\tilde{\gamma}_1 = 0{,}3, \tilde{\gamma}_2 = 0{,}1,$$

имеем результат, представленный на рис. 4.

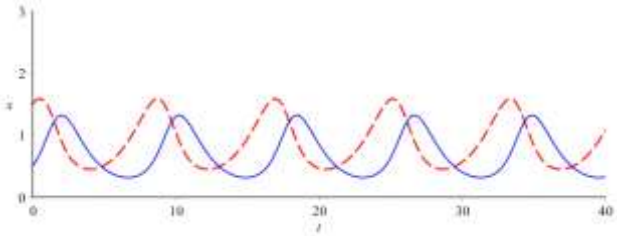


Рисунок 4 – Численность представителей группы малого бизнеса относительно времени – $n_1(t)$ (пунктирный график) и представителей группы крупного бизнеса относительно времени – $n_2(t)$ (непрерывный график).

В качестве практического примера негативной регуляции можно привести различного рода акцизы [23], которые могут негативно отразиться на разных представителях бизнеса. Приведем еще один пример. Отметим, что на практике, не редко возникают случаи, когда грантовая поддержка, субсидии и т. д., могут нести негативные последствия для рынка в целом. Такое может происходить, когда малые компании в большом количестве создаются исключительно для получения такой поддержки от государства. При этом компания, претендующая на поддержку, может не нарушать закон, формально соблюдая требования, предписанные для получения тех или иных субсидий, после чего она ликвидируется за ненадобностью. Подобные случаи описаны, например, в [24]–[26]. Такое положение, в конечном счете, оказывает негативное влияние на участников всего рынка, в том числе и на крупные компании [26].

Выводы. В результате проделанной работы составлена и проанализирована математическая модель популяции хищников и жертв в закрытой системе, в том числе и с учетом так называемого истребления представителей обоих групп. Рассмотрен вопрос устойчивости динамической системы. На основе данной математической модели «хищник – жертва» проанализировано влияние на группы обоих видов, при истреблении отдельно представителей одной группы или представителей обоих групп одновременно. Продемонстрирована возможность применения математической модели в экономических процессах на примере взаимодействия субъектов малого бизнеса и субъектов крупного бизнеса, в том числе с регуляторным воздействием государства.

Список использованной литературы:

1. *Dong Y., Dong Z.* Bibliometric Analysis of Game Theory on Energy and Natural Resource // Sustainability. 2023. Vol. 15. Article number 1278.

2. *Tu X.* Incentive mechanisms for federated learning: From economic and game theoretic perspective // IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking. 2022. Vol. 8. Is. 3. P. 1566–1593.
3. *Umarov S.* Features of The Application of Game Theory in the Tasks Organizational and Economic Mechanisms Greenhouse Economy // Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT). 2021. Vol. 12 (11). P. 3544–3550.
4. *Масленников Д.А., Митяков С.Н., Катаева Л.Ю., Федосеева Т.А.* Выявление особенностей стратегического развития регионов на основе статистического анализа индикаторов // Экономика региона. 2019. Т. 15. № 3. С. 707–719.
5. *Катаева Л.Ю., Маслеников Д.А., Федосеева Т.А.* Влияние индикаторов на прогнозируемость экономической безопасности региона // Фундаментальные исследования. 2019. № 12-1. С. 72–76.
6. *Катаева Л.Ю., Маслеников Д.А.* К вопросу о качестве прогноза региональных показателей экономической безопасности // Развитие и безопасность, 2021. № 1 (9). С. 55–65.
7. *Шкадова А.Р.* Исследование нелинейной динамики взаимодействующих популяций в среде Maple // Математика и ее приложения: Межвузовский сборник научных трудов. 2012. №. 4. С. 176–198.
8. *Шкадова А.Р.* Математические модели в естествознании и экологии: методические указания к лабораторным работам. СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2019. 57 с.
9. Программа для ЭВМ RU 2020661907. Программа для прогнозирования распространения коронавирусной инфекции на круизных лайнерах с высокой численностью пассажиров / Г.В. Федоров, А.Р. Шкадова, Г.О. Алцыбеев. 02.10.2020.
10. *Галушин В.М.* Синхронный и асинхронный типы движения системы хищник–жертва // Русский орнитологический журнал. 2016. Т. 25, Вып. 1359. С. 4223–4240.
11. *Данилова М.Ю.* Анализ одной модификации модели «хищник – жертва» // Процессы управления и устойчивость. 2020. Т. 7. № 1. С. 158–162.
12. *Руденко В.Г., Лопухов А.Ю., Мозговой М.В.* Особи популяций как жертвы и хищники в автономной рекуррентной мультипликативной модели второго порядка // Процессы управления и устойчивость. 2015. Т. 2. № 1. С. 309–316.
13. *Burova I.G., Alcybeev G.O.* Application of splines of the second order approximation to Volterra integral equations of the second kind. Applications in systems theory and dynamical systems // International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing. 2021. Vol. 15. P. 63–71.
14. *Алцыбеев Г.О., Бурова И.Г.* О применении сплайнов к решению интегральных уравнений со слабой особенностью // Процессы управления и устойчивость. 2023. Т. 10. № 1. С. 105–109.
15. *Бабарыкин А.А.* Анализ эффективности применения модели «хищник-жертва» при моделировании инновационной экосистемы // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций. 2021. С. 8–12.
16. *Accinelli E., García. A., Policardo L., Sánchez-Carrera E.* A predator-prey economic system of tax evasion and corrupt behavior // Journal of Dynamics and Games. 2023. Vol. 10 (2). P. 181–207.
17. *Chatterjee A., Pal S.* A predator-prey model for the optimal control of fish harvesting through the imposition of a tax // An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA). 2023. Vol. 13 (1). P. 68–80.
18. *Panayotova I.N., Herrmann J., Kolling N.* Bioeconomic analysis of harvesting within a predator–prey system: A case study in the Chesapeake Bay fisheries // Ecological Modelling. 2023. Vol. 480. Article number 110330.
19. *Raghavendra V., Veeresha P.* Analysing the market for digital payments in India using the predator-prey mode // An International Journal of Optimization and Control: Theories &

Applications (IJOCTA). 2023. Vol. 13 (1). P. 104–115.
20. *Streipert S.H., Wolkowicz G.S.K., Bohner M.* Derivation and Analysis of a Discrete Predator–Prey Model // Bulletin of Mathematical Biology. 2022. Vol. 84. Article number 67.
21. *Поляк Б.Т., Щербаков П.С.* Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002. 303 с.
22. *Леонов Г.А.* Теория управления. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2006. 233 с.
23. *Левина Т.А., Ефимов П.А., Блохин В.В.* Акцизы и факторы их формирования, негативное влияние акцизов на экономику РФ // Экономика, финансы и менеджмент: тенденции и перспективы развития. 2016. С. 131–136.
24. Эксперт: «Гранты по программе «Социальный бизнес» получили фирмы-однодневки». 09.10.2012. URL: https://www.kommersant.ru/doc/2040716 (дата обращения 12.11.2023).
25. *Теунаев А.С.* Теоретико-прикладное исследование преступлений, совершаемых в сфере субсидирования агропромышленного комплекса: монография. М.: Проспект, 2019. 163 с.
26. *Губанов Р.С.* Риск банкротства при предоставлении субсидий сельскохозяйственным организациям России // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2019. № 1. С. 4–13.

References:

1. Dong Y., Dong Z. Bibliometric Analysis of Game Theory on Energy and Natural Resource. *Sustainability*, 2022, vol. 15, art. number 1278. (In English).
2. Tu X. Incentive mechanisms for federated learning: From economic and game theoretic perspective. *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, 2022, vol. 8 (3), pp. 1566-1593. (In English).
3. Umarov S. Features of The Application of Game Theory in the Tasks Organizational and Economic Mechanisms Greenhouse Economy. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 2021, vol. 12 (11), pp. 3544-3550. (In English).
4. Maslennikov D.A., Mityakov S.N., Kataeva L.Yu., Fedoseeva T.A. Vyyavlenie osobennostej strategicheskogo razvitiya regionov na osnove statisticheskogo analiza indikatorov [Identification of the features of the strategic development of regions based on a statistical analysis of indicators]. *Ekonomika regiona* [Economics of the Region], 2019, vol. 15 (3), pp. 707-719. (In Russian).
5. Kataeva L.Yu., Maslenikov D.A., Fedoseeva T.A. Vliyanie indikatorov na prognoziruemost ekonomicheskoj bezopasnosti regiona [Influence of indicators on the predictability of the economic security of the region]. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental Research], 2019, vol. 12-1, pp. 72-76. (In Russian).
6. Kataeva L.Yu., Maslenikov D.A. K voprosu o kachestve prognoza regionalnykh pokazatelej ekonomicheskoj bezopasnosti [On the issue of the quality of the forecast of regional indicators of economic security]. *Razvitie i bezopasnost* [Development and security], 2021, vol. 1 (9), pp. 55-65. (In Russian).
7. Shkadova A.R. Issledovanie nelinejnoj dinamiki vzaimodejstvuyushchih populyacij v srede Maple [Study of nonlinear dynamics of interacting populations in the MAPLE environment]. *Matematika i ee prilozheniya: Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov* [Mathematics and its applications: Interuniversity collection of scientific papers], 2012, vol. 4. pp. 176–198. (In Russian).
8. Shkadova A.R. Matematicheskie modeli v estestvoznanii i ekologii: metodicheskie ukazaniya k laboratornym rabotam [Mathematical models in natural science and ecology: guidelines for laboratory work]. St. Petersburg, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping Publ., 2019, 57 p. (In Russian).
9. Fedorov G.V., Shkadova A.R., Alcybeev G.O. Programma dlya prognozirovaniya rasprostraneniya koronavirusnoj infekcii na kruiznyh lajnerah s vysokoj chislennost'yu passazhirov [A program for predicting the spread of coronavirus infection on cruise ships with a high number of passengers]. Computer program RU 2020661907, 02.10.2020. (In Russian).
10. Galushin V.M. *Sinkhronnyj i asinkhronnyj tipy dvizheniya sistemy khishhnik–zhertva*

[Synchronous and asynchronous types of movement of the predator-prey system]. Russkij ornitologicheskij zhurnal [Russian Journal of Ornithology], 2016, vol. 25 (1359), pp. 4223-4240. (In Russian).
11. Danilova M.Yu. Analiz odnoj modifikaczii modeli «khishhnik – zhertva» [Analysis of one modification of the «predator-prey» model]. *Proczessy upravleniya i ustojchivost* [Control processes and stability], 2020, vol. 7 (1), pp. 158-162. (In Russian).
12. Rudenko V.G., Lopukhov A.Yu., Mozgovoy M.V. Osobi populyaczij kak zhertvy i khishhniki v avtonomnoj rekurrentnoj multiplikativnoj modeli vtorogo poryadka [Individuals of populations as victims and predators in an autonomous recurrent multiplicative model of the second order]. *Proczessy upravleniya i ustojchivost* [Control processes and stability], 2015, vol. 2 (1), pp. 309-316. (In Russian).
13. Burova I.G., Alcybeev G.O. Application of splines of the second order approximation to Volterra integral equations of the second kind. Applications in systems theory and dynamical systems. *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, 2021, vol. 15, pp. 63-71. (In English).
14. Alcybeev G.O., Burova I.G. O primenenii splajnov k resheniyu integral'nyh uravnenij so slaboj osobennost'yu [On the application of splines to the solution of the weak singularity integral equations]. *Processy upravleniya i ustojchivost'* [Control Processes and Stability], 2023, vol. 10, no. 1, pp. 105–109. (In Russian).
15. Babarykin A.A. Analiz effektivnosti primeneniya modeli «khishhnik-zhertva» pri modelirovanii innovaczionnoj ekosistemy [Analysis of the effectiveness of the application of the «predator-prey» model in modeling the innovation ecosystem]. *Aktualnye voprosy ekonomiki, menedzhmenta i innovaczij* [Actual issues of economics, management and innovations], 2021, pp. 8-12. (In Russian).
16. Accinelli E., García. A., Policardo L., Sánchez-Carrera E. A predator-prey economic system of tax evasion and corrupt behavior. *Journal of Dynamics and Games*, 2023, vol. 10 (2). pp. 181-207. (In English).
17. Chatterjee A., Pal S. A predator-prey model for the optimal control of fish harvesting through the imposition of a tax. *An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA)*, 2023, vol. 13 (1), pp. 68-80. (In English).
18. Panayotova I.N., Herrmann J., Kolling N. Bioeconomic analysis of harvesting within a predator-prey system: A case study in the Chesapeake Bay fisheries. *Ecological Modelling*, 2023, vol. 480, art. number 110330. (In English).
19. Raghavendra V., Veeresha P. Analysing the market for digital payments in India using the predator-prey mode. *An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA)*, 2023, vol. 13 (1), pp. 104-115. (In English).
20. Streipert S.H., Wolkowicz G.S.K., Bohner M. *Derivation and Analysis of a Discrete Predator–Prey Model*. Bulletin of Mathematical Biology, 2022, vol. 84, art. number 67. (In English).
21. Polyak B.T., Shcherbakov P.S. *Robastnaya ustoichivost i upravlenie* [Robust Stability and Control]. Moscow, Nauka Publ., 2002, 303 p. (In Russian).
22. Leonov G.A. *Teoriya upravleniya* [Control theory]. St. Petersburg, SPbU Publ., 2006, 233 p. (In Russian).
23. Levina T.A., Efimov P.A., Blohin V.V. Akcizy i faktory ih formirovaniya, negativnoe vliyanie akcizov na ekonomiku RF [Excise taxes and factors of their formation, the negative impact of excise taxes on the Russian economy]. *Ekonomika, finansy i menedzhment: tendencii i perspektivy razvitiya* [Economics, finance and management: trends and development prospects]. 2016. P. 131–136. (In Russian).
24. *Ekspert: «Granty po programme «Social'nyj biznes» poluchili firmy-odnodnevki»* [Expert: “Grants under the Social Business program were received by one-day companies”]. (In Russian). Available at: https://www.kommersant.ru/doc/2040716 (accessed 12.11.2023).
25. Teunaev A. S. *Teoretiko-prikladnoe issledovanie prestuplenij, sovershaemyh v sfere subsidirovaniya agropromyshlennogo kompleksa* [Theoretical and applied research of crimes

committed in the sphere of subsidizing the agro-industrial complex]. Moscow, Prospekt Publ., 2019, 163 p. (In Russian).
26. Gubanov R.S. Risk bankrotstva pri predostavlenii subsidij sel'skohozyajstvennym organizaciyam Rossii [Risk of bankruptcy when providing subsidies to agricultural organizations in Russia]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh nauk i tekhnologij «Integral»* [International Journal of Applied Sciences and Technologies “Integral”], 2019, no. 1. P. 4–13. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Карпов Федор Владиславович	выпускник направления «Прикладная математика и информатика» Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова 198035, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7 teodor.karpov@gmail.com
Karpov Fedor Vladislavovich	Graduate of the Direction «Applied Mathematics and Informatics» Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping 198035, St. Petersburg, st. Dvinskaya, 5/7 teodor.karpov@gmail.com
Федоров Глеб Витальевич	выпускник направления «Прикладная математика и информатика» Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова 198035, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7 gvfedorov@yahoo.com
Fedorov Gleb Vitalevich	Graduate of the Direction «Applied Mathematics and Informatics» Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping 198035, St. Petersburg, st. Dvinskaya, 5/7 gvfedorov@yahoo.com
Шкадова Анна Ратмировна	канд. тех. наук, доцент кафедры прикладной математики Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова 198035, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7 nyttt@rambler.ru
Shkadova Anna Ratmirovna	Ph.D. (Tech.) Associate Professor at the Department of applied mathematics Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping 198035, St. Petersburg, st. Dvinskaya, 5/7 nyttt@rambler.ru

УДК 629.7.05 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.037**

Логунов Н.С., Белан Н.В., Полетаев П.А.
Научный руководитель – Пазычев Д. Б.

ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ

Аннотация. В статье рассмотрен алгоритм коррекции бесплатформенной системы инерциальной навигации от системы спутниковой навигации. Описаны возможности применения системы инерциальной навигации для морских судов и возможности масштабируемости системы. Представлены математические выражения тесной интеграции работы системы инерциальной навигации и спутниковой системы навигации; получены результаты работы системы инерциальной навигации с веденной коррекцией от системы спутниковой навигации и при исчезновении сигнала от внешней системы. Аргументировано, что при правильном определении классов точности и допустимых ошибок внешних систем можно значительно повысить точность инерциальной системы навигации. Также доказано, что при интеграции других внешних систем точность значительно повышается и появляется возможность установления неисправности других систем, определяющих параметры навигации и/или ориентации.
Ключевые слова: спутниковая система навигации, бесплатформенная инерциальная система навигации, навигация, математическая модель, коррекция.

Logunov N.S., Belan N.V., Poletaev P.A.

APPLICATION OF A SATELITTE NAVIGATION SYSTEM TO CORRECT A STRAPDOWN INERTIAL NAVIGATION SYSTEM

Abstract. The article discusses the algorithm for correcting a strapdown inertial navigation system from a satellite navigation system. The possibilities of using an inertial navigation system for sea vessels and the scalability of the system are described. Mathematical expressions for the close integration of the operation of an inertial navigation system and a satellite navigation system are presented; results of the operation of the inertial navigation system with correction from the satellite navigation system and when the signal from the external system disappears. It is argued that with the correct determination of accuracy classes and permissible errors of external systems, the accuracy of the inertial navigation system can be significantly increased. It has also been proven that when integrating other external systems, accuracy increases significantly and it becomes possible to identify malfunctions of other systems that determine navigation and/or orientation parameters.
Keywords: satellite navigation system, strapdown inertial navigation system, navigation, mathematical model, correction.

Введение. В современном мире для каждого движущегося объекта стоит задача автоматизированной навигации в пространстве. В основном эту задачу выполняет система спутниковой навигации, опирающаяся на данные, получаемые со спутников, расположенных на орбите Земли. При недостаточном количестве наблюдаемых спутников, большом значении снижения точности в горизонтальной и вертикальной плоскости или прочих неудовлетворительных значениях опираться на приходящие от системы спутниковой навигации данные нецелесообразно. В этом случае необходимо переходить на навигацию при помощи других внешних систем, одной из таких систем является бесплатформенная инерциальная система навигации.

Целью исследования является изучение возможности применения бесплатформенной инерциальной системы навигации для морских судов и объектов, движущихся в плоскости горизонта.

Материалы и методы исследования. Вопросу навигации и ориентации уделяется особое внимание при развитии систем автопилотирования и автоматизации движения объектов.

Основоположником теории инерциальных систем стал Александр Бромберг [1], именно его исследования явились фундаментальной базой для дальнейших разработок в сфере создания устройств, позволяющих без использования внешних источников информации определять местоположение объекта в пространстве. В научных трудах отечественных ученых уделено внимание вопросам балансировки и калибровки бесплатформенных инерциальных навигационных систем [2,3], построению математических моделей и алгоритмов их работы [4-6], а также использованию инерциальной навигации при проведении испытаний летательных аппаратов [7] и др. устройств [8, 9]. Навигационные спутниковые системы рассматривались и зарубежными учеными, в частности, при изучении процессов движения летательных, наземных и морских объектов [10-12].

В качестве методов исследования в статья были использованы такие как: моделирование (для определения ориентации и координат движущегося объекта), обобщение (для выявления области применения инерциальной системы навигации), сравнение и анализ (для выявления полученных результатов) и др.

Результаты исследования и их обсуждение. Бесплатформенная инерциальная система навигации позволяет автономно определять местоположение движущегося объекта в пространстве, а также его ориентацию. Основным недостатком инерциальных систем навигации является накопление ошибки в значениях навигации и ориентации со временем. Для устранения накопленных ошибок применяют коррекции от внешних систем.

Рассмотрим работу навигационного алгоритма бесплатформенной инерциальной системы, схема которого представлена на рисунке 1.

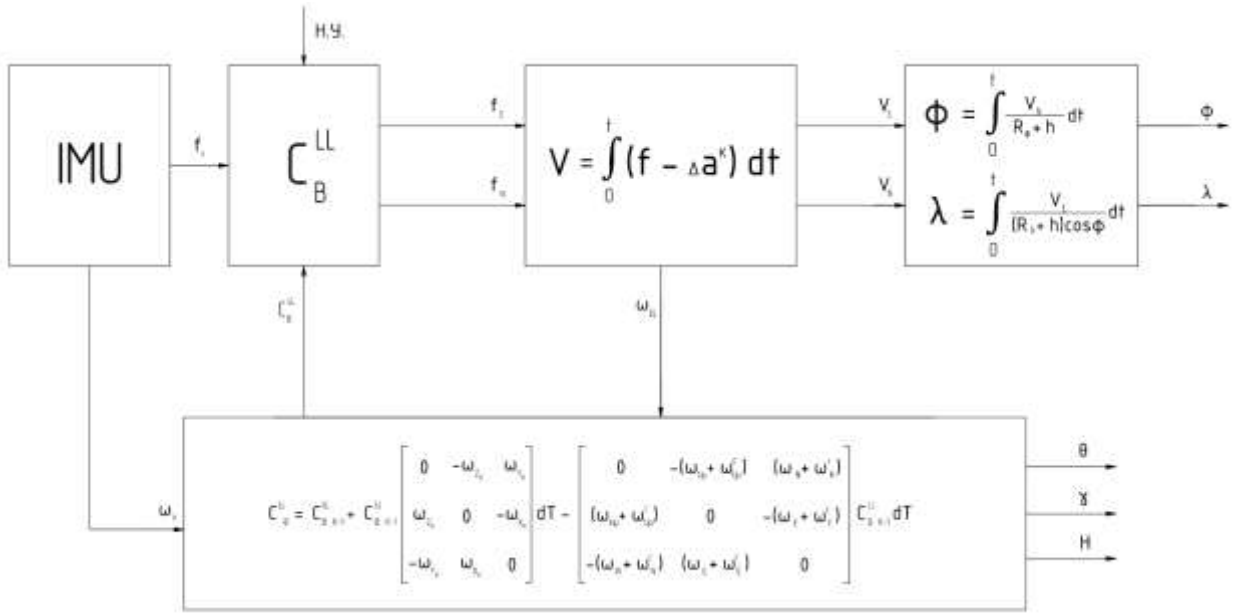


Рисунок 1 – Схема навигационного алгоритма бесплатформенной инерциальной системы навигации

Инерциальный измерительный модуль, состоящий в общем случае из трех датчиков угловой скорости и трех акселерометров, выдаёт данные ускорений и угловых скоростей, связанной системы координат, которые в блоке пересчета ускорений проецируются из связанной системы координат в систему координат географического трехгранника при помощи умножения их на матрицу направляющих косинусов C_B^{LL}. После чего ускорения поступают в блок расчета линейных скоростей. Путем интегрирования ускорений алгоритм формирует линейные и угловые скорости.

Дальнейшим интегрированием линейных скоростей алгоритм определяет приращение текущих значений широты φ и долготы λ. Угловые скорости, приходящие с инерциального измерительного модуля, и рассчитанные угловые скорости поступает в блок пересчета матрицы направляющих косинусов C_B^{LL}, после чего происходит расчет текущих углов ориентации объекта.

Датчики угловой скорости имеют собственную угловую скорость дрейфа, приводящую к накоплению ошибки угловой скорости со временем, в следствии чего возникает ошибка в матрице направляющих косинусов и соответственно углах ориентации и координатах. С каждым последующим тактом работы ошибка накапливается, поэтому со временем точность системы уменьшается. Введение коррекций от внешних систем позволяет избавиться от накопления ошибки. Накопление ошибки зависит прямо пропорционально точности чувствительных элементов, входящих в состав инерциального измерительного модуля.

Рассмотрим коррекцию бесплатформенной инерциальной системы навигации от системы спутниковой навигации и преимущества тесной интеграции работы двух систем.

Основными достоинствами тесной интеграции работы двух систем навигации являются:

- возможность автономной работы;
- точность в определении координат равная ошибке системы спутниковой навигации;
- медленно изменяющаяся ошибка выходных значениях во времени;
- частота решения равная частоте работы системы инерциальной навигации;
- возможность определения ориентации объекта с высокой точностью.

Показания по скорости инерциальной и спутниковой систем навигации состоят из двух компонент – истинного значения скорости и ошибки системы навигации:

$$\begin{cases} V_{\text{ИНС}} = V^{True} + \delta V_{\text{ИНС}} \\ V_{\text{СНС}} = V^{True} + \delta V_{\text{СНС}} \end{cases}. \quad (1)$$

Разность показаний систем навигации будет равна разности ошибок соответствующих систем:

$$V_{\text{ИНС}} - V_{\text{СНС}} = \delta V_{\text{ИНС}} - \delta V_{\text{ИНС}} \quad (2)$$

Таким образом, включив в качестве обратной связи разность показаний систем в алгоритм работы системы инерциальной навигации, можно уменьшить ошибку выходных параметров системы.

Частоту решения и его точность можно повысить введением апериодического звена 1-ого порядка.

Схема алгоритма коррекции бесплатформенной инерциальной системы навигации от системы спутниковой навигации, обеспечивающая тесную интеграцию работы двух систем навигации, представлена на рисунке 2.

В результате введения обратной связи в классический алгоритм навигации инерциальной системы уравнения ошибок линейных ускорений и угловых скоростей принимают вид:

$$\begin{cases} \delta\dot{V}_e^{\text{ИНС}} = -g\Phi_N + \delta a_E - K_1(\delta V_e^{\text{ИНС}} - \delta V_e^{\text{СНС}}) \\ \dot{\Phi}_N = K_2(\delta V_e^{\text{ИНС}} - \delta V_e^{\text{СНС}}) + \delta\omega_N^{dr} \end{cases}, \quad (3)$$

где $\delta\dot{V}_e^{\text{ИНС}}$ – ошибка ускорения в проекции на восточную ось,

$\dot{\Phi}_N$ – ошибка угловой скорости в проекции на северную ось.

Продифференцируем оба уравнения системы 1 и получим:

$$\begin{cases} \delta\ddot{V}_e^{\text{ИНС}} = -g\dot{\Phi}_N + \delta\dot{a}_E - K_1\left(\delta\dot{V}_e^{\text{ИНС}} - \delta\dot{V}_e^{\text{СНС}}\right) \\ \ddot{\Phi}_N = K_2\left(\delta\dot{V}_e^{\text{ИНС}} - \delta\dot{V}_e^{\text{СНС}}\right) + \delta\dot{\omega}_N^{dr} \end{cases}. \quad (4)$$

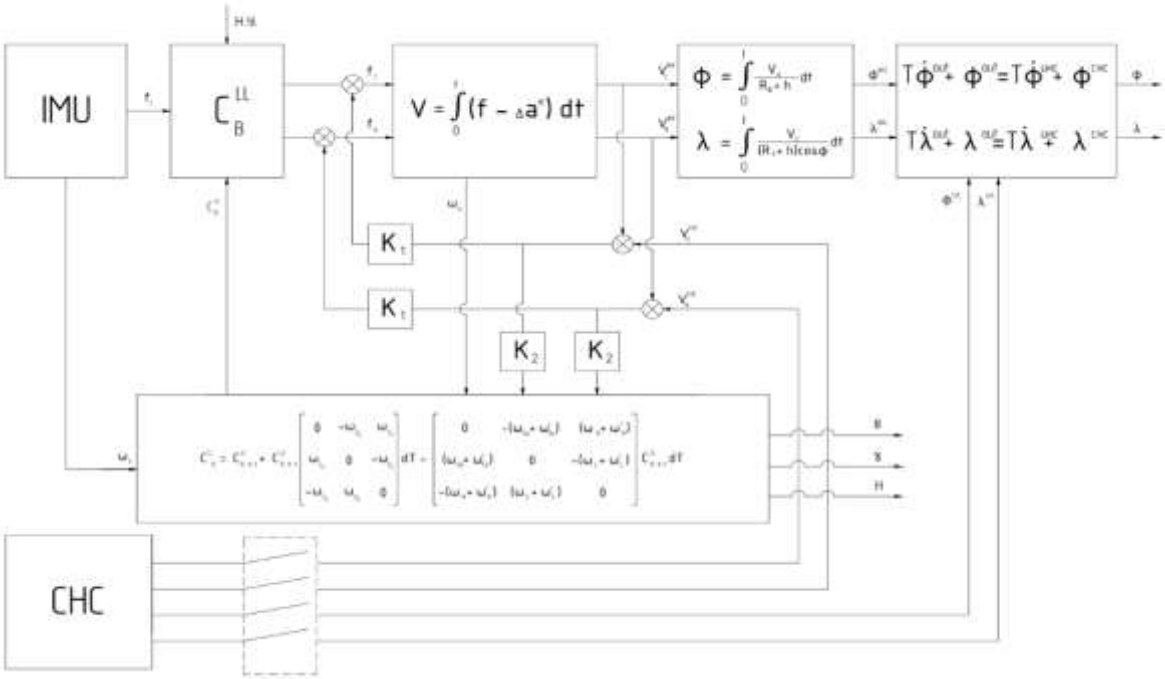


Рисунок 2 – Схема алгоритма коррекции бесплатформенной инерциальной системы навигации от системы спутниковой навигации

Подставив выражения из системы 3 и выполнив преобразования, получим 2 колебательных звена:

$$\begin{cases} \delta\ddot{V}_e^{\text{ИНС}} + K_1\delta\dot{V}_e^{\text{ИНС}} + gK_2\delta V_e^{\text{ИНС}} = gK_2\delta V_e^{\text{СНС}} - g\delta\omega_N^{dr} + \delta\dot{a}_E + K_1\delta\dot{V}_e^{\text{СНС}} \\ \ddot{\Phi}_N + K_1\dot{\Phi}_N + gK_2\Phi_N = K_2\delta a_E + K_1\delta\omega_N^{dr} - K_2\delta\dot{V}_e^{\text{ИНС}} + \delta\dot{\omega}_N^{dr} \end{cases}. \quad (5)$$

Установившиеся значения ошибки скорости и угла для данных звеньев с учетом малости величин будут равны:

$$\begin{cases} \delta V_e^{\text{ИНС}} = \delta V_e^{\text{СНС}} - \dfrac{\delta\omega_N^{dr}}{K_2} \\ \Phi_N = \dfrac{\delta a_E}{g} + \dfrac{K_1}{K_2 g}\delta\omega_N^{dr} \end{cases}. \quad (6)$$

При параметрах, поступающих от спутниковой системы навигации, коррекция инерциальной системы не проводится. В общем виде задают следующие критерии доверия спутниковой системе навигации:

$$\begin{cases} N > 4 \\ HDOP < 2 \\ \Delta lat < Tr \\ \Delta lon < Tr \end{cases}. \quad (7)$$

где N – количество наблюдаемых спутников,
$HDOP$ – снижение точности в горизонтальной плоскости,
Δlat – ошибка по широте,
Δlon – ошибка по долготе,
Tr – пороговое значение.

На коротких промежутках времени инерциальная система обладает более высокой точностью, чем спутниковая, что позволяет исключать из расчета некорректные значения скоростей и координат, приходящие от системы спутниковой навигации:

$$\begin{cases} |V_{\text{ИНС}} - V_{\text{СНС}}| < Tr_V \\ |\varphi_{\text{ИНС}} - \varphi_{\text{СНС}}| < Tr_\varphi \\ |\lambda_{\text{ИНС}} - \lambda_{\text{СНС}}| < Tr_\lambda \end{cases} \quad (8)$$

где $V_{\text{ИНС}}, V_{\text{СНС}}$ – абсолютная скорость, выдаваемая бесплатформенной инерциальной системой навигации и спутниковой системы навигации соответственно,
$\varphi_{\text{ИНС}}, \varphi_{\text{СНС}}$ – широта, выдаваемая бесплатформенной инерциальной системой навигации и спутниковой системы навигации соответственно,
$\lambda_{\text{ИНС}}, \lambda_{\text{СНС}}$ – широта, выдаваемая бесплатформенной инерциальной системой навигации и спутниковой системы навигации соответственно,
$Tr_V, Tr_\varphi, Tr_\lambda$ – допустимые отклонения в показаниях двух систем по скорости, широте и долготе соответственно.

Для навигации и ориентации движущегося объекта, не имеющего возможности движения в вертикальном направлении, высотный канал отключают. Отключение высотного канала позволяет повысить точность бесплатформенной инерциальной системы навигации для объектов, движущихся в плоскости, благодаря исключению перекрестной связи между измерительными каналами. В свою очередь, высотный канал накапливает наибольшую ошибку среди измерительных каналов из-за неточности в определении значения ускорения свободного падения.

Для морских судов и кораблей высотный канал отключают, что позволяет добиться улучшения точности системы. Система инерциальной навигации выдает значения текущих координат и углов ориентации: тангажа, крена и курса, движущегося судна.

В качестве примера работы бесплатформенной инерциальной системы навигации с отключенным высотным каналом и коррекцией от спутниковой системы навигации рассмотрим систему инерциальной навигации высокого класса точности, установленную на автомобильное транспортное средство. Движение автомобильного транспортного средства проходило в течении 4800 секунд.

На рисунке 3 представлены графики ошибок инерциальной системы навигации в определении углов крена и тангажа без коррекции и с коррекцией от системы спутниковой навигации. Наглядно видно, что введение коррекции позволяет в несколько раз снизить ошибку в определении ориентации движущегося объекта. На объекте, имеющем достаточно большие габариты, возможна установка нескольких приемников системы спутниковой навигации, что позволит дополнительно определять текущие угла ориентации и корректировать инерциальную систему навигации.

На рисунке 4 представлены графики ошибок инерциальной системы навигации в определении координат движущегося объекта без коррекции и с коррекцией от системы спутниковой навигации.

Для наземного транспорта и морских судов также вводят коррекцию угла курса от путевого угла, выдаваемого спутниковой системой навигацией. Однако данная коррекция требует введения дополнительных ограничений и достаточно высокой частоты работы системы спутниковой навигации, так как при низкой частоте работы путевой угол будет иметь большое расхождение с реальном углом курса во время выполнения маневров и поворотов. Для летательных же объектов коррекцию от путевого угла применяют редко из-за

наличия угла сноса, который вызывают постоянную разницу между путевым углом и углом курса.

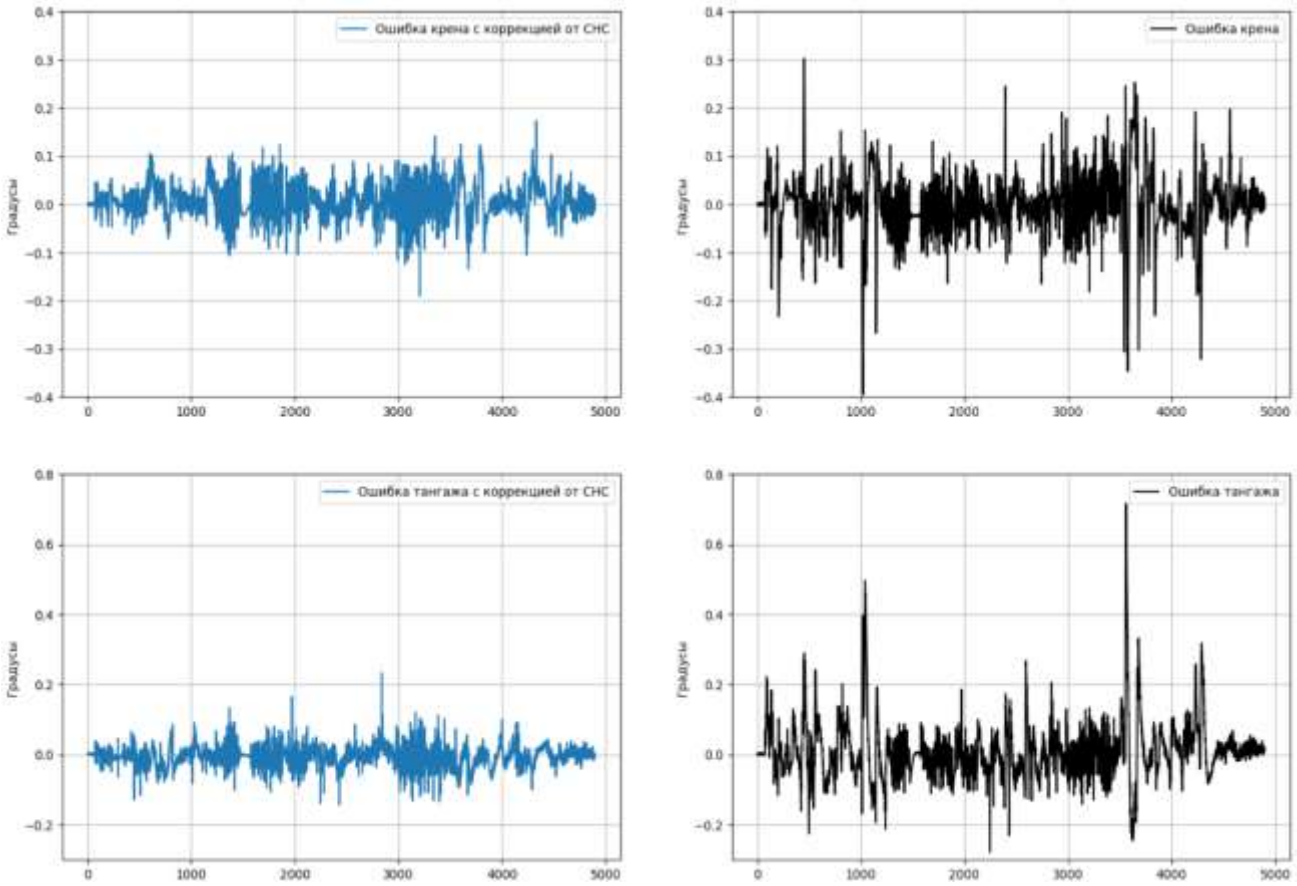


Рисунок 3 – Ошибки углов крена и тангажа при работе бесплатформенной инерциальной системы навигации высокого класса точности

На представленных графиках видно, как ошибка накапливается со временем, в связи этим точность бесплатформенных инерциальных систем навигации определяется в соответствии с уходом выходных параметров в единицу времени. Обычно устанавливается уход в виде параметра NMPH – морские мили в час. Наглядно видно, что ошибка системы за час времени при отсутствии сигналов коррекции составляет менее 4 морских миль за час.

При исчезновении сигнала от системы спутниковой навигации выходные параметры бесплатформенной системы инерциальной навигации высокого класса точности будут ввести себя соответствующе работе системы без коррекции, то есть накапливаю ошибку по координатам со скоростью около 5 км/ч. При восстановлении функционирования системы спутниковой навигации ошибка бесплатформенной инерциальной системы навигации будет практически обнулена.

Выводы. Система инерциальной навигации масштабируема и позволяет включать коррекции от других внешних систем, установленных на судне. Одной из основных систем для коррекции выступает система спутниковой навигации. Определив классы точности и допустимые ошибки внешних систем, можно значительно повысить точность инерциальной системы навигации.

При отсутствии сигналов от внешних систем бесплатформенная инерциальная системы навигации работает автономно, накапливая ошибку, зависящую от точности установленных в измерительном канале датчиков угловой скорости и акселерометров.

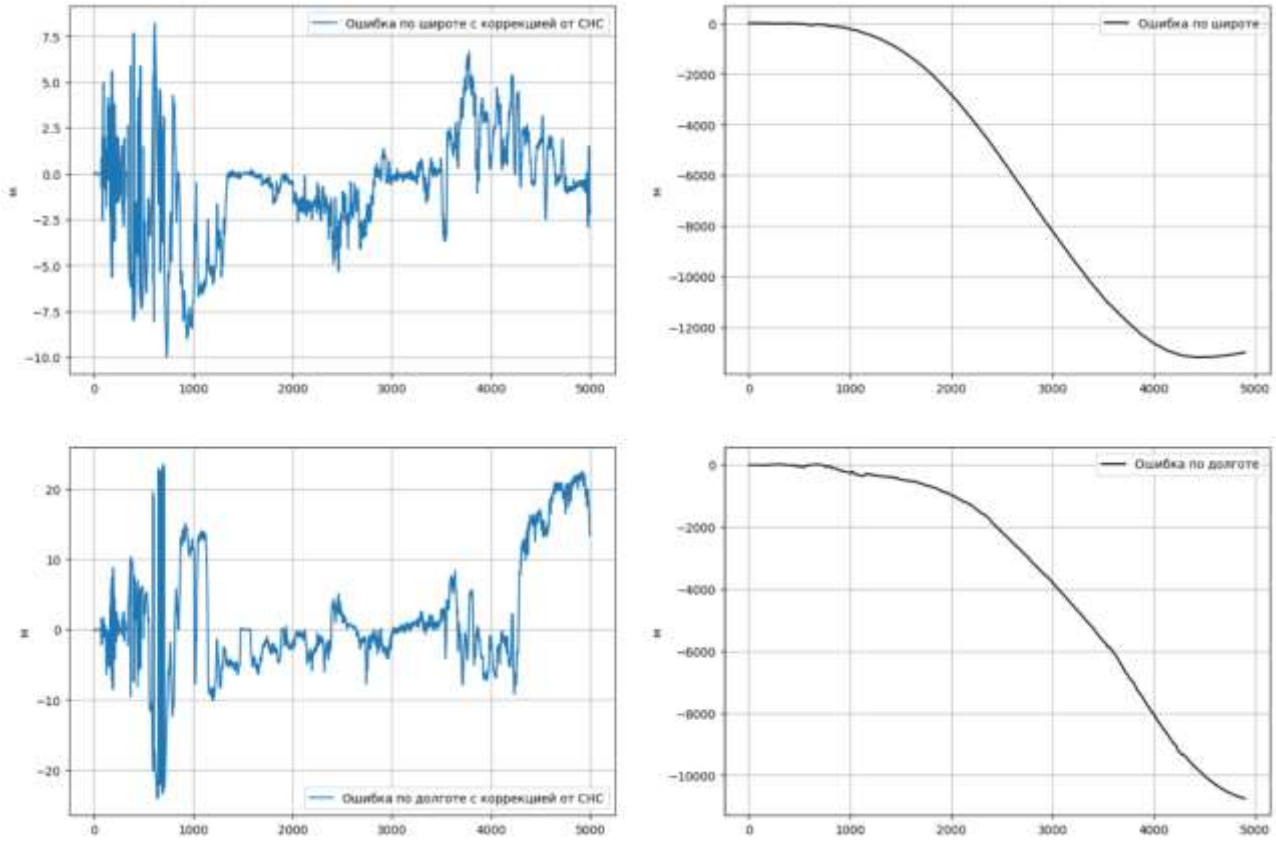


Рисунок 4 – Ошибки углов крена и тангажа при работе бесплатформенной инерциальной системы навигации высокого класса точности

Бесплатформенная система инерциальной навигации позволяет получать судну значения о текущих координатах и ориентации автономно без использования внешних систем, при интеграции других внешних систем точность значительно повышается, а также появляется возможность определения неисправности других систем, определяющих параметры навигации и/или ориентации.

Список использованной литературы:

1. *Бромберг П.В.* Теория инерциальных систем навигации. М.: Наука, 1979. 291 с.
2. *Пазычев Д. Б.* Балансировка бесплатформенной инерциальной навигационной системы среднего класса точности // Машиностроение и компьютерные технологии. 2011. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/balansirovka-besplatformennoy-inertsialnoy-navigatsionnoy-sistemy-srednego-klassa-tochnosti (дата обращения: 15.11.2023).
3. *Николаев С.Г.* Калибровка бесплатформенных инерциальных навигационных систем // Приборостроение. 2009. № 7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kalibrovka-besplatformennyh-inertsialnyh-navigatsionnyh-sistem (дата обращения: 15.11.2023).
4. *Долгий И.Д., Розенберг И.Н., Баяндурова А.А.* Синтез тесно интегрированной инерциально-спутниковой навигационной системы локомотива на основе аналитической модели его движения // Автоматика на транспорте. 2017. № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-tesno-integrirovannoy-inertsialno-sputnikovoy-navigatsionnoy-sistemy-lokomotiva-na-osnove-analiticheskoy-modeli-ego-dvizheniya (дата обращения: 15.11.2023).
5. *Соколов С.В., Вдовиченко С.С.* Алгоритмическое обеспечение инерциально-спутниковых навигационных систем на основе пространственных моделей движения // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2012. № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/algoritmicheskoe-obespechenie-inertsialno-sputnikovyh-

navigatsionnyh-sistem-na-osnove-prostranstvennyh-modeley-dvizheniya (дата обращения: 15.11.2023).
6. *Синютин С.А., Соколов С.В.* Решение задачи тесной интеграции инерциально-спутниковых навигационных систем, комплексируемых с одометром // ИВД. 2014. № 4-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/reshenie-zadachi-tesnoy-integratsii-inertsialno-sputnikovyh-navigatsionnyh-sistem-kompleksiruemyh-s-odometrom (дата обращения: 15.11.2023).
7. *Борсоев В.А., Кацура А.В., Степанов С.М.* Использование модели инерциальной навигационной системы при проведении испытаний летательных аппаратов // Научный вестник МГТУ ГА. 2016. № 5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-modeli-inertsialnoy-navigatsionnoy-sistemy-pri-provedenii-ispytaniy-letatelnyh-apparatov (дата обращения: 15.11.2023).
8. *Мустаев А.Ф.* Инерциальные навигационные системы // Вестник науки. 2019. № 8 (17). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/inertsialnye-navigatsionnye-sistemy (дата обращения: 15.11.2023).
9. *Salychev O.S.* Applied inertial navigation: problems and solutions. M.: BMSTU press, 2004. 302 p.
10. *Pisova P., Chod J.* Detection of GNSS Signals Propagation in Urban Canyos Using 3D City Models // Information and Communication Technologies and Services. 2015. P. 22-29.
11. *Ван Ю., Цзяо Ч.-Ш., Шкель А.М.* Пешеходная инерциальная навигация с коррекцией по нулевой скорости и комплексированием датчиков // Гироскопия и навигация. 2021. Т. 29. № 1 (112). С. 3-31. DOI: 10.17285/0869-7035.0054.
12. *Adebayo S.A., Azeez I.A.A.* Review of global navigation satellite systems (GNSS) and its application // International Journal of Scientific and Engineering Research. 2021. № 12 (4). P. 1042-1049.

References:

1. Bromberg P.V. *Teoriya inertsial'nykh sistem navigatsii* [Theory of inertial navigation systems]. Moscow, Nauka Publ., 1979, 291 p. (In Russian).
2. Pazychev D. B. Balansirovka besplatformennoy inertsial'noy navigatsionnoy sistemy srednego klassa tochnosti [Balancing a strapdown inertial navigation system of medium accuracy class]. *Mashinostroyeniye i komp'yuternyye tekhnologii* [Mechanical Engineering and Computer Technologies], 2011, no. 3. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/balansirovka-besplatformennoy-inertsialnoy-navigatsionnoy-sistemy-srednego-klassa-tochnosti (accessed 15.11.2023).
3. Nikolayev S.G. Kalibrovka besplatformennykh inertsial'nykh navigatsionnykh system [Calibration of strapdown inertial navigation systems]. *Priborostroyeniye* [Instrumentation], 2009, no. 7. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/kalibrovka-besplatformennyh-inertsialnyh-navigatsionnyh-sistem (accessed 15.11.2023).
4. Dolgiy I.D., Rozenberg I.N., Bayandurova A.A. Sintez tesno integrirovannoy inertsial'no-sputnikovoy navigatsionnoy sistemy lokomotiva na osnove analiticheskoy modeli yego dvizheniya [Synthesis of a tightly integrated inertial-satellite navigation system for a locomotive based on an analytical model of its movement]. *Avtomatika na transporte* [Automation in Transport], 2017, no. 4. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-tesno-integrirovannoy-inertsialno-sputnikovoy-navigatsionnoy-sistemy-lokomotiva-na-osnove-analiticheskoy-modeli-ego-dvizheniya (accessed 15.11.2023).
5. Sokolov S.V., Vdovichenko S.S. Algoritmicheskoye obespecheniye inertsial'no-sputnikovykh navigatsionnykh sistem na osnove prostranstvennykh modeley dvizheniya [Algorithmic support of inertial satellite navigation systems based on spatial motion models]. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Tekhnicheskiye nauki* [News of Universities. North Caucasus Region. Series: Technical Sciences], 2012, no. 4. (In Russian). Available at:

https://cyberleninka.ru/article/n/algoritmicheskoe-obespechenie-inertsialno-sputnikovyh-navigatsionnyh-sistem-na-osnove-prostranstvennyh-modeley-dvizheniya (accessed 15.11.2023).

6. Sinyutin S.A., Sokolov S.V. Resheniye zadachi tesnoy integratsii inertsial'no-sputnikovykh navigatsionnykh sistem, kompleksiruyemykh s odometrom [Solution of the problem of close integration of inertial-satellite navigation systems integrated with an odometer]. *IVD* [IVD], 2014, no. 4-1. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/reshenie-zadachi-tesnoy-integratsii-inertsialno-sputnikovyh-navigatsionnyh-sistem-kompleksiruemyh-s-odometrom (accessed 15.11.2023).
7. Borsoyev V.A., Katsura A.V., Stepanov S.M. Ispol'zovaniye modeli inertsial'noy navigatsionnoy sistemy pri provedenii ispytaniy letatel'nykh apparatov [Using an inertial navigation system model when testing aircraft]. *Nauchnyy vestnik MGTU GA* [Scientific Bulletin of MSTU GA], 2016, no. 5. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-modeli-inertsialnoy-navigatsionnoy-sistemy-pri-provedenii-ispytaniy-letatelnyh-apparatov (accessed 15.11.2023).
8. Mustayev A.F. Inertsial'nyye navigatsionnyye sistemy [Inertial navigation systems]. *Vestnik nauki* [Bulletin of Science], 2019, no. 8 (17). (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/inertsialnye-navigatsionnye-sistemy (accessed 15.11.2023).
9. Salychev O.S. *Applied inertial navigation: problems and solutions*. Moscow, BMSTU press Publ., 2004, 302 p. (In English).
10. Pisova P., Chod J. Detection of GNSS Signals Propagation in Urban Canyos Using 3D City Models. *Information and Communication Technologies and Services*, 2015, pp. 22-29. (In English).
11. Van Yu., Tszyao Ch.-Sh., Shkel' A.M. Peshekhodnaya inertsial'naya navigatsiya s korrektsiyey po nulevoy skorosti i kompleksirovaniyem datchikov [Pedestrian inertial navigation with zero-speed correction and sensor fusion]. *Giroskopiya i navigatsiya* [Gyroscopy and Navigation], 2021, vol. 29, no. 1 (112), pp. 3-31. (In Russian). DOI: 10.17285/0869-7035.0054.
12. Adebayo S.A., Azeez I.A.A. Review of global navigation satellite systems (GNSS) and its application. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 2021, no. 12 (4), pp. 1042-1049. (In English).

Сведения об авторе / Information about author

Логунов Никита Сергеевич	студент 6-го курса специальности «Системы управления летательными аппаратами» Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1 nike20_01@mail.ru
Logunov Nikita Sergeevich	6th year student of the specialty “Aircraft Control Systems” Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (national research university) 105005, Moscow, st. 2-ya Baumanskaya, 5, building 1 nike20_01@mail.ru
Белан Никита Владимирович	студент 6-го курса специальности «Системы управления летательными аппаратами» Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1 belannv@yandex.ru
Belan Nikita Vladimirovich	6th year student of the specialty “Aircraft Control Systems” Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (national

	research university) 105005, Moscow, st. 2-ya Baumanskaya, 5, building 1 belannv@yandex.ru
Полетаев Павел Андреевич	студент 6-го курса специальности «Системы управления летательными аппаратами» Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1 polet4effp@yandex.ru
Poletaev Pavel Andreevich	6th year student of the specialty “Aircraft Control Systems” Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (national research university) 105005, Moscow, st. 2-ya Baumanskaya, 5, building 1 polet4effp@yandex.ru
Пазычев Дмитрий Борисович	научный руководитель. главный конструктор ООО «Интеграл», старший преподаватель Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1 bauman@bmstu.ru
Pazychev Dmitry Borisovich	Scientific adviser, Chief designer of Integral LLC, senior lecturer Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (national research university) 105005, Moscow, st. 2-ya Baumanskaya, 5, building 1 bauman@bmstu.ru