



ISSN 2619-0605

Вестник

Керченского государственного
морского технологического
университета

ВЫПУСК 3
2026

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

Евстафьева Е.В.
Золотницкий А.П.
Миноранский В.А.
Москул Г.А.
Тарасенко В.С.
Тюрин В.В.
Чебанов М.С.
Булли Л.И.
Кулиш А.В.
Малько С.В.
Пашков А.Н.
Полин А.А.
Тылик К.В.
Сытник Н.А.
Шаганов В.В.
Шляхов В.А.

Технические науки

Алексамян И.Ю.
Антипов С.Т.
Гукасян А.В.
Донченко Л.В.
Косачев В.С.
Максименко Ю.А.
Нугманов А.Х.-Х.
Соколов С.А.
Панфилов В.А.
Фалько А.Л.
Битютская О.Е.
Яшонков А.А.

Экономические науки

Бутова Т.Г.
Гришкина С.Н.
Исраилов М.В.
Котенев А.Д.
Мнацаканян А.Г.
Пискун Е.И.
Подсолонко В.А.
Сметанко А.В.
Труба А.С.
Яркина Н.Н.

Уманец В.А. – ответственный секретарь

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 № 8 от 24.09.2026 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. Евстафьева Елена Владимировна – д-р биол. наук, профессор, КФУ имени В. И. Вернадского, Медицинская академия имени С. И. Георгиевского, зав. кафедрой нормальной физиологии и отделом экологических рисков
2. Золотницкий Александр Петрович – д-р биол. наук, профессор.
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. Малько Сергей Владимирович – канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры экологии моря
11. Пашков Андрей Николаевич – канд. биол. наук, Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АзНИИРХ»), заместитель руководителя Краснодарского отделения
12. Полин Антон Алексеевич – канд. биол. наук, Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АзНИИРХ»), заместитель начальника отдела
13. Тылик Константин Владимирович – канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», декан факультета биоресурсов и природопользования
14. Сытник Наталья Александровна – канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», заведующий кафедрой экологии моря
15. Шаганов Виктор Викторович – канд. биол. наук, ФИЦ ИнБЮМ, старший научный сотрудник лаборатории прикладной ихтиологии научно-исследовательского центра пресноводной и солоноватоводной гидробиологии – филиал
16. 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 общинженерных 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 педагогический университет», профессор кафедры экономики и управления в образовании
4. Котенев Александр Дмитриевич – д-р экон. наук, доцент, Донецкий филиал ФГКОУ ВО «Волгоградская академия Министерства внутренних дел Российской Федерации», профессор кафедры административного права и административной деятельности органов внутренних дел
5. Мнацаканян Альберт Гургенович – д-р экон. наук, профессор, ВРИО ректора 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

Научные специальности 1.5.13 «Ихтиология», 1.5.15 «Экология»

Белоусов В.Н., Пятинский М.М., Шляхов В.А., Битютский Д.Г., Надолинский Р.В., Федотова В.С.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДУЗЫ РИЗОСТОМЫ И ХАМСЫ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД В АЗОВСКОМ МОРЕ 9

Панов Б.Н., Спиридонова Е.О., Семёнова А.Ю.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗИМОВАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ И ПРОМЫШЛЕННОГО ЛОВА ХАМСЫ В АЗОВСКОМ МОРЕ В ОКТЯБРЕ – НОЯБРЕ С 2015 ПО 2021 ГОД 22

Полин А.А., Самойлова В.С., Стригунов А.М.

ПОЛУЧЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ДЛИННОПАЛОГО РАКА *PONTASTACUS LEPTODACTYLUS* (ESCHSCHOLTZ, 1823) В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ 31

Сытник Н.А.

РАЗРАБОТКА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И РЕГИОНАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ 41

Сытник Н.А., Компаниец А.А.

СОВРЕМЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ФРАКЦИИ ТКО: СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ 53

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная специальность 4.3.3 «Пищевые системы»

Битютская О.Е., Лавриненко О.И., Мазалова Н.Ф., Шкуро Д.В.

КЛЕМЫ АЗОВСКОГО МОРЯ КАК СЫРЬЕВОЙ РЕЗЕРВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕСЕРВОВ ИЗ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ 63

Катанаева Ю.А., Головинов В.П., Яшонков А.А., Кисилёв Н.А., Устинова М.Э.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ПРИ ДОЗИРОВАНИИ ВЯЗКИХ ПИЩЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ В РЫБНЫЕ КОНСЕРВЫ 74

Полякова Е.Д., Сафронова О.В., Дорошенков К.С., Тычинин Д.Е.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ 84

Пригарина О.М., Платонова С.Е., Конкин К.Е.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА: РОЛЬ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ЗАМАЧИВАНИИ ЗЕРНА И ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНЕ ПШЕНИЦЫ НА ГРЕЧИХУ 94

Пригарина О.М., Платонова С.Е.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ (МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ, ПАХТЫ, КЕФИРА) ПРИ ЗАМАЧИВАНИИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА 110

Соколов С.А., Яшонков А.А., Медведкова И.И.

ОБЗОР ТЕРМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРЕДОБРАБОТКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ СУШКИ 124

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная специальность 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика»

Давыдова О.А., Кузин В.И., Красовский А.М.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ НА
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ

140

Котенев А.Д., Крыжевская Н.Н., Жикривецкая Ю.В.

ПРИОРИТЕТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

152

Крыжевская Н.Н., Жикривецкая Ю.В.

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ЛОВУШКИ СИСТЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СИЛОВЫХ СТРУКТУР РОССИИ

163

Кураш М.А., Пятаченко А.М.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ
ИННОВАЦИОННОГО МАРКЕТИНГА НА ПРЕДПРИЯТИИ

171

Пискун Е.И., Курков А.Д.

МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ ИННОВАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ: КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ
И НАПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОНАЛИЗАЦИИ

180

Пискун Е.И., Ревун И.В.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ВИНОГРАДАРСКО-ВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

190

Побегайло М.Г., Дибурис К.М.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ
В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В
АСПЕКТЕ УКРЕПЛЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

200

Скараник С.С., Верна В.В.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ
ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В РЕГИОНАХ РОССИИ

211

Труба А.С., Ковалева Е.В., Помпаева С.Н.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

225

Чан Тхань Хунг

ПОРОГОВАЯ ЛИНИЯ КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ СТАНДАРТ В УПРАВЛЕНИИ
СТОИМОСТЬЮ ЗЕМЕЛЬ ВЬЕТНАМА

235

Яркина Н.Н., Кленина Д.А.

БИЗНЕС-АНАЛИТИКА В КОНТЕКСТЕ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ:
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЙ АСПЕКТ

243

Яркина Н.Н., Лунёва В.В.

ИНТЕГРИРОВАННОСТЬ КАК БАЗОВЫЙ ПРИНЦИП УПРАВЛЕНИЯ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИМИ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

253

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Губарь О.С., Фролова Н.А., Верхотуров В.В.

**ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ И ИННОВАЦИЯМИ В
КОНДИТЕРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

261

Максимов А.Б.

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТОЛСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТА С
ГРАДИЕНТОМ ПРОЧНОСТИ ПО ТОЛЩИНЕ В УСЛОВИЯХ СЖАТИЯ**

274

УДК 639.2.03

Белоусов В.Н., Пятинский М.М., Шляхов В.А., Битютский Д.Г., Надолинский Р.В.,
Федотова В.С.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДУЗЫ РИЗОСТОМЫ И ХАМСЫ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД В АЗОВСКОМ МОРЕ

Аннотация. В результате глобальных климатических изменений и антропогенного влияния в бассейне Азовского моря происходит трансформация структуры биогеоценозов. Очередной период увеличения численности сцифоидных медуз отмечается, начиная с 2017–2018 гг., на фоне осолонения Азовского моря в условиях снижения объемов речного стока. В данном исследовании выполнено изучение пространственных и временных закономерностей между показателями уловов медузы ризостомы и хамсы в Азовском море, выявленных в ходе выполнения лампарных съемок в августе в период 2021–2025 гг. В результате исследования подтверждена значимая пространственная связь между показателями уловов медузы ризостомы и хамсы. В отдельные годы (2021–2022, 2025 гг.) пространственная связь между уловами хамсы и медузы ризостомы является преимущественно отрицательной, в некоторые годы (2023–2024 гг.) – преимущественно положительной. Такая неоднородность пространственных связей, может быть обусловлена опосредованным воздействием медузы ризостомы на популяцию хамсы через фактор-посредник – продукцию кормового мезозoopланктона.

Ключевые слова: Азовское море, распределение, ризостома, хамса, структура, пространственный анализ.

Belousov V.N., Piatinskii M.M., Shlyakhov V.A., Bitiutskii D.G., Nadolinskii R.V., Fedotova V.S.
**SPATIAL FEATURES AND DYNAMICS OF RHIZOSTOME JELLYFISH AND
ANCHOVY DISTRIBUTION DURING THE SUMMER PERIOD IN THE SEA OF AZOV**

Abstract. As a result of global climatic changes and anthropogenic influence in the basin of the Sea of Azov, the structure of biogeocenoses is being transformed. A new period of increase in the number of jellyfish has been observed since 2017–2018 against the background of salinization of the Sea of Azov in conditions of a decrease in river runoff. In this study, spatial and long-term patterns between the catches of rhizostoma jellyfish and anchovy in the Sea of Azov were studied during surveys in August in the period 2021–2025. The study confirmed a significant spatial relationship between the catches of rhizostoma jellyfish and anchovy. In some years (2021–2022, 2025), the spatial relationship between catches of anchovy and rhizostoma jellyfish is predominantly negative, in some years (2023–2024) – predominantly positive. This heterogeneity of spatial structures is probably due to the indirect effect of the rhizostoma jellyfish on the anchovy population through an intermediary factor, the production of forage mesozooplankton.

Keywords: Sea of Azov, distribution, jellyfish, anchovy, patterns, spatial analysis.

Введение. В структуре водных биогеоценозов во всех водоемах планеты происходят непрерывные трансформации, которые в последние несколько десятилетий обусловлены преимущественно климатическими изменениями и антропогенным влиянием [1, 2]. Нередко такие изменения приводят к изменениям в структуре трофических цепей, в результате чего может снижаться численность консументов II–III порядков и возрастать численность пищевых конкурентов для консументов высших частей цепи на высвобождающейся кормовой базе [3, 4].

В Азовском море подобные экосистемные изменения происходят регулярно [5, 6]. При этом, из-за небольшой глубины водоема и отсутствия многолетнего устойчивого баланса биоты, такие сукцессии структуры биоценозов имеют высокую интенсивность. После зарегулирования речного стока крупных рек Азовского моря снизилась численность

частиковых видов рыб и начались колебания солености водоема. Начиная с 1960 по 2024 гг., сообразно трендам изменения солености моря, по результатам многолетних исследований АзНИИРХ [7], выделены два периода стабилизации показателей солености (отсутствие тренда в 1960–1968 и 1998–2003 гг.), три периода осолонения (положительный тренд в 1968–1976, 1982–1985 и 2006–2024 гг. и три периода распреснения (отрицательный тренд в 1976–1982, 1985–1998 и 2003–2006 гг.).

В первый период осолонения Азовского моря солёность воды повышалась до 14 ‰ (1976 г.). На фоне роста солености водоема в эти годы отмечалась трансформация структуры биоценозов, в результате чего в отдельные годы биомасса сцифоидных медуз (ризостомы *Rhizostoma pulmo* и аурелии *Aurelia aurita*), пищевых конкурентов планктоноядных рыб, стала достигать более 1 млн т, а в 1976 г. – 13,5 млн т [8]. За периодом осолонения последовал период распреснения, к концу которого соленость моря снизилась до 10,9 ‰, а биомасса сцифоидных медуз не превышала 0,4 млн т [9]. Второй период осолонения был кратковременным, на его конец (1985 г.) соленость моря не превысила 12 ‰, поэтому обилие медуз не возросло. Затем наступил второй, самый продолжительный период распреснения, однако, в 1988 г. произошло вселение и вспышка численности другого желетелого потребителя зоопланктона – гребневика *Mnemiopsis leidyi*, или мнемииопсиса [10]. Несмотря на продолжающееся снижение солености моря в этот период, в результате беспрецедентного по масштабам развития в летние месяцы мнемииопсиса, биомасса которого в отдельные годы превышала 30 млн т [7], трансформация трофической цепи консументов в Азовском море продолжилась, численность планктоноядных рыб к началу 1990-х годов снизилась на 2–3 порядка [9, 11].

В последующий период стабилизации солености на уровне 10,3 ‰, в конце 1990-х годов произошло вселение в Азово-Черноморский бассейн хищного гребневика берое, который начал контролировать численность гребневика мнемииопсиса и существенно снизил его влияние на кормовую базу планктоноядных рыб [10].

С середины 2000-х и до середины 2010-х годов, охвативших третий период распреснения и начало третьего периода осолонения, когда соленость Азовского моря находилась в диапазоне 9,2–13 ‰, в условиях снижения влияния мнемииопсиса на кормовую базу, произошла стабилизация структуры биоценозов [12].

Сцифоидные медузы и гребневик мнемииопсис являются прямыми пищевыми конкурентами для планктоноядных рыб в общей трофической цепи. В спектр их питания входят разные виды копепод, личинки усоногих раков и другие представители кормового мезозоопланктона. В зависимости от обилия планктоноядных желетелых и периодов осолонения или распреснения моря, которые опосредовано влияли на формирование видовой структуры сообществ зоопланктона, биомасса запаса хамсы демонстрировала значимые флуктуации. Так, во времена естественного гидрологического режима до зарегулирования р. Дон, запасы хамсы достигали 253 тыс. т (в 1937–1951 гг.). При этом, первое осолонение моря и массовое появление сцифоидных медуз в 1969–1976 гг. не привело к значимому снижению запаса хамсы, в эти годы он составлял в среднем 244,4 тыс. т. Значимое снижение запаса хамсы до среднего уровня 87–97 тыс. т в 1988–2008 гг. отмечено в период вселения и вспышки развития мнемииопсиса. Затем, в 2009–2016 гг., когда другой желетелый вселенец гребневик берое снизил негативное воздействие мнемииопсиса на мезозоопланктон, отмечалось увеличение численности и биомассы запаса хамсы до рекордных 274,4 тыс. т. Однако уже в 2017–2020 гг., в продолжавшийся третий период осолонения Азовского моря, произошло снижение биомассы запаса хамсы до 85,3 тыс. т, а в 2021 г. отмечены рекордно низкие показатели биомассы нерестового запаса – 21,0 тыс. т [11].

Современная тенденция увеличения численности сцифоидных медуз отмечается, начиная с 2017–2018 гг., на фоне очередного периода осолонения Азовского моря в условиях снижения объемов речного стока [9, 12, 13]. В 2020–2024 гг. средние показатели солености воды стали достигать рекордных 14–15 ‰.

В связи с очередной трансформацией экосистемы Азовского моря в современный период, актуальной является задача определения связей между особенностями распределения

сцифоидных медуз и хамсы в летний период их активного питания. Выявление таких закономерностей или их отсутствия позволит значительно усовершенствовать подход к прогнозированию состояния популяции азовской хамсы в условиях климатических изменений и трансформации биоценозов Азовского моря.

Цель исследования. Изучение закономерностей распределения медузы ризостома и хамсы в Азовском море в летний период.

Материалы и методы исследования. Биологические материалы для данного исследования были собраны в ходе летних экспедиций Южного филиала ФГБНУ «ВНИРО» в Азовском море при помощи лампы (разновидность пелагического обкидного невода, осуществляющего облов водных биоресурсов способом кошелькования) в августе 2021–2025 гг. по стационарной сетке станций. Периоды выполнения научных съемок представлены в таблице 1. Лампа является низкоселективным орудием лова, имеет длину по нижней подборе 142 м, размер ячеи – 6,5 мм.

После совершения обловов лампой, уловы подымались на борт судна, разделялись по видам, взвешивались. Затем, по полученным первичным данным, формировались выборочные совокупности для оценки отдельных биологических параметров улова.

Таблица 1 – Общие сведения о выполненных лампартных съемках в Азовском море в период 2021–2025 гг.

Год	Период экспедиции	Количество станций облова	Судно
2021	4–19 августа	75	СЧС-1024
2022	16–30 августа	75	ПТР «Туран»
2023	4–19 августа	75	ПТР «Туран»
2024	6–21 августа	75	СЧС «Капитан Горбенко»
2025	6–21 августа	75	СЧС «Завет»

Собранные данные, содержащие географическую позицию улова (долгота, широта), вес хамсы и ризостомы на один замет учетного орудия лова, для последующего анализа агрегировали в многомерные массивы информации по каждому году исследования. На основе построенных массивов данных выполнялась визуализация позиций улова хамсы и ризостомы. Для визуализации использовалась открытая среда QGIS. При нанесении позиций улова на карту, величина показателя определяла цвет и размер точки (по логарифмической шкале).

Аналитическое подтверждение закономерностей пространственного распределения хамсы и ризостомы выполнено при помощи анализа пространственных корреляций (spatial correlation) [14, 15]. Применение данного метода обусловлено неоднородностью пространственного распределения как хамсы, так и медузы в Азовском море, поскольку характер их распределения не является случайным и обусловлен биологическими механизмами каждого вида, преимущественно ареалами питания и доступностью кормовых организмов.

Расчет пространственных кросс-корреляций выполнен по сетке обловов лампартным орудием лова (при каждом замете лампы учитывалась численность хамсы и биомасса медузы), для которой выполняется расчет одномерных функций автокорреляций между смежными точками сетки (для каждого параметра отдельно), после чего выполнялось решение 2-х мерной матрицы автокорреляций Moran’a [16], а затем – расчет ковариаций на основе двухмерной матрицы автокорреляций. В таком расчете значение имеют не только показатели в отдельных точках, а и евклидовы расстояния между узлами сетки (чем больше расстояние между соседними узлами, тем меньшие веса для автокорреляции и наоборот). Для расчета глобальной пространственной кросс-корреляции использовалось свободное программное обеспечение – пакет “spatialEco” и среда R [17].

Границы значимости параметров корреляции и силы связи в соответствии с размером

тестируемых выборок были определены на следующих уровнях:

- сильная отрицательная связь: $r = [-1,0; -0,6]$;
- умеренная отрицательная связь: $r = [-0,6; -0,4]$;
- слабая незначимая связь: $r = [-0,4; +0,4]$;
- умеренная положительная связь: $r = [+0,4; +0,6]$;
- сильная положительная связь: $r = [+0,6; +1,0]$.

Описание особенностей межгодовых изменений средней навески на улов хамсы и ризостомы выполнено при помощи нелинейного моделирования. Наилучшее решение выбиралось на основе максимизации R^2 и минимизации квадратичной ошибки среднего RMSE.

Результаты исследования и их обсуждение. Итоговые результаты средних оценок биомассы ризостомы и хамсы на один улов кошелькового невода в съемках 2021–2025 гг. представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднее значение, ошибка среднего, минимум и максимум уловов ризостомы и хамсы на 1 замет лампы в Азовском море в августе 2021–2025 гг.

Годы	Ризостома, кг			Хамса, кг		
	Среднее значение	Ошибка среднего значения	Мин–макс	Среднее значение	Ошибка среднего значения	Мин–макс
2021	81,0	15,1	0–800	0,3	0,07	0–3,1
2022	124,4	19,8	0–780	1,8	0,33	0–18,4
2023	234,7	37,4	0–1200	1,0	0,29	0–16,4
2024	173,5	25,0	0–1000	1,5	0,62	0–39,6
2025	337,4	41,8	0–2000	1,4	0,54	0–38,0

Для всего рассматриваемого периода средний улов ризостомы на 1 замет лампы составил 190,2 кг, хамсы – 1,2 кг. Отмечена устойчивая тенденция увеличения биомассы медузы: в 2021 г. ее уловы на 1 замет в среднем составляли 81,0 кг, а в 2025 г. – 337,4 кг. Максимальные уловы медузы на один замет орудия лова от 2021 к 2025 году увеличились с 800 до 2000 кг. Уловы хамсы в самом начале периода были на крайне низком уровне (0,3 кг в 2021 г.), после чего они в 2022 г. значительно увеличились (до 1,8 кг на замет лампы), а в 2025 г. – несколько снизились (до 1,4 кг на замет), но были существенно выше показателя 2021 г. Доля хамсы относительно медузы в уловах лампы колебалась на уровне 0,3–1,4 %.

Результаты визуализации пространственного распределения хамсы и медузы в период исследования представлены на рисунке 1.

Визуализация биомассы уловов ризостомы и хамсы на каждой станции лампарного учета указывает на наличие некоторых общих пространственных тенденций, которые имеют значимые различия в пространственной структуре от года к году.

В 2021 г. основные скопления ризостомы зарегистрированы в юго-западной части моря вблизи Арабатского залива (45°21' с. ш., 35°32' в. д.) и Керченского пролива (45°28' с. ш., 36°42' в. д.), а также в Таганрогском (46°52' с. ш., 38°03' в. д.) и Ясенском заливах (46°15' с. ш., 38°01' в. д.). При этом, скопления хамсы в центральной части моря, его юго-западной части и Ясенском заливах были невысокими, наибольшие скопления отмечались в Таганрогском заливе и на выходе из него.

В 2022 г. пространственная структура распределения ризостомы несколько изменилась – высокие уловы медузы отмечались практически для всех морских акваторий, за исключением Таганрогского залива и центра моря. При этом, наиболее высокие скопления хамсы отмечены в Таганрогском заливе и в центральной части моря, где уловы медузы были ниже, чем в других акваториях.

В 2023 г. распределение ризостомы было сходным с 2022 г., при этом высокие уловы медузы стали отмечаться и в центральной части моря, и юго-западной части Таганрогского

залива. Высокие уловы хамсы в этот год были вблизи Казантипского ($45^{\circ}27'$ с. ш., $35^{\circ}58'$ в. д.), Арабатского, Обиточного ($46^{\circ}32'$ с. ш., $35^{\circ}56'$ в. д.) и Таганрогского заливов, в отдельных акваториях центральной части моря.

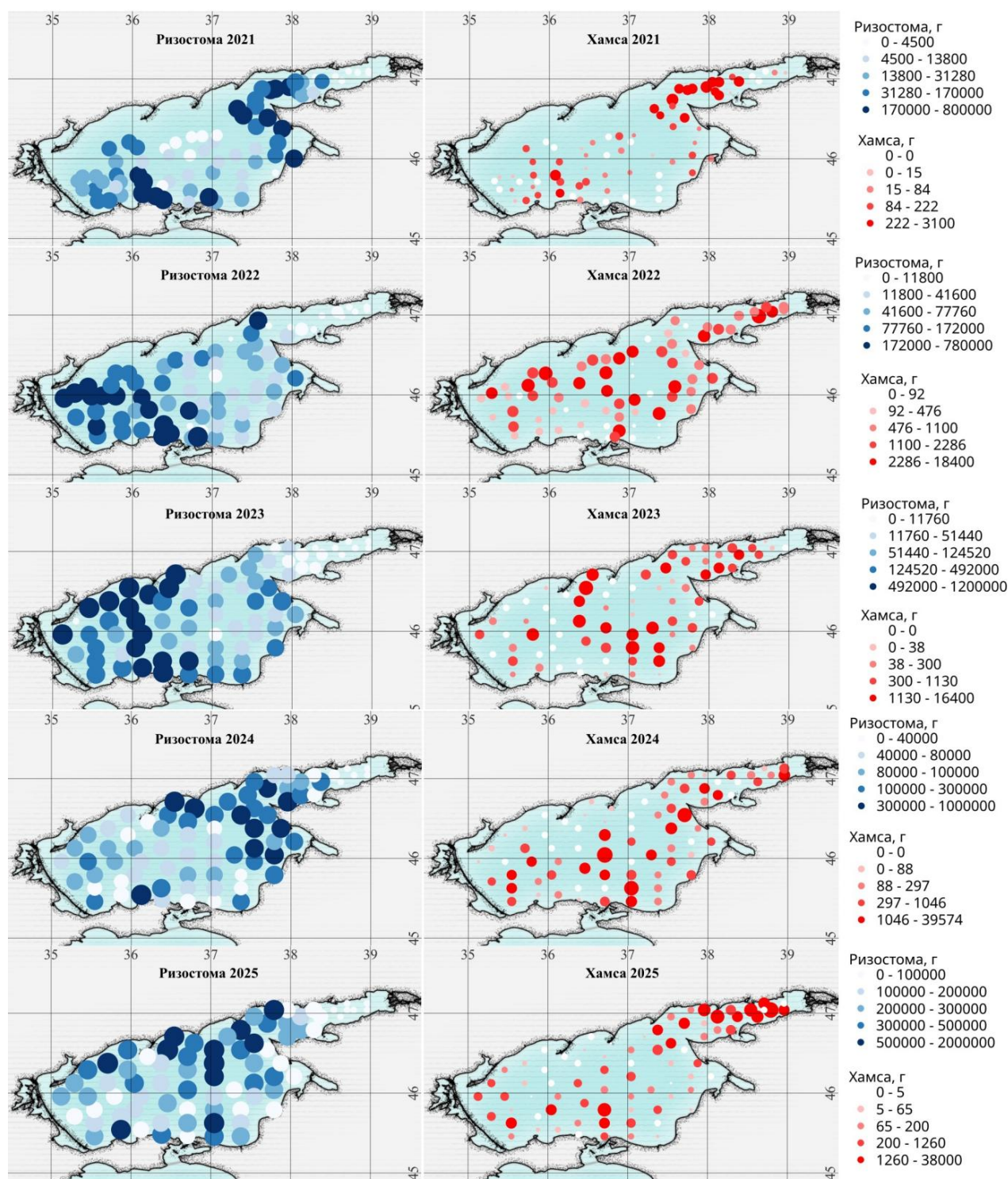


Рисунок 1 – Пространственная структура распределения уловов ризостомы и хамсы в Азовском море в августе 2021–2025 гг. по результатам лампарных съемок

В 2024 г. высокие уловы ризостомы были характерны для большей части акватории моря, за исключением северных и восточных участков Таганрогского залива, у оконечности Обиточной косы, центра моря, участков у м. Казантип ($45^{\circ}27'$ с. ш., $35^{\circ}50'$ в. д.) и перед Керченским проливом. Наиболее высокие уловы теперь стали охватывать открытую часть

моря вблизи Таганрогского залива и в его южной части, Ясенский и Бердянский ($46^{\circ} 43'$ с. ш., $36^{\circ} 42'$ в. д.) заливы. Наиболее высокие показатели уловов хамсы отмечены в центральной части моря, вблизи Керченского пролива и в самых северо-восточных акваториях Таганрогского залива, то есть в районах, где ризостома или отсутствовала, или ее уловы были низкими.

В 2025 г. пространственное распределение ризостомы характеризовалось высокими уловами практически во всех акваториях Азовского моря за исключением восточной части Таганрогского залива. Высокие уловы хамсы отмечались преимущественно в акваториях Таганрогского залива, Керченского предпроливного пространства.

Аналитическая оценка пространственных кросс-корреляций между уловами ризостомы и хамсы представлена на рисунке 2. Кросс-корреляционный анализ подтверждает аналитически визуально выявленные особенности при анализе рисунка 1.

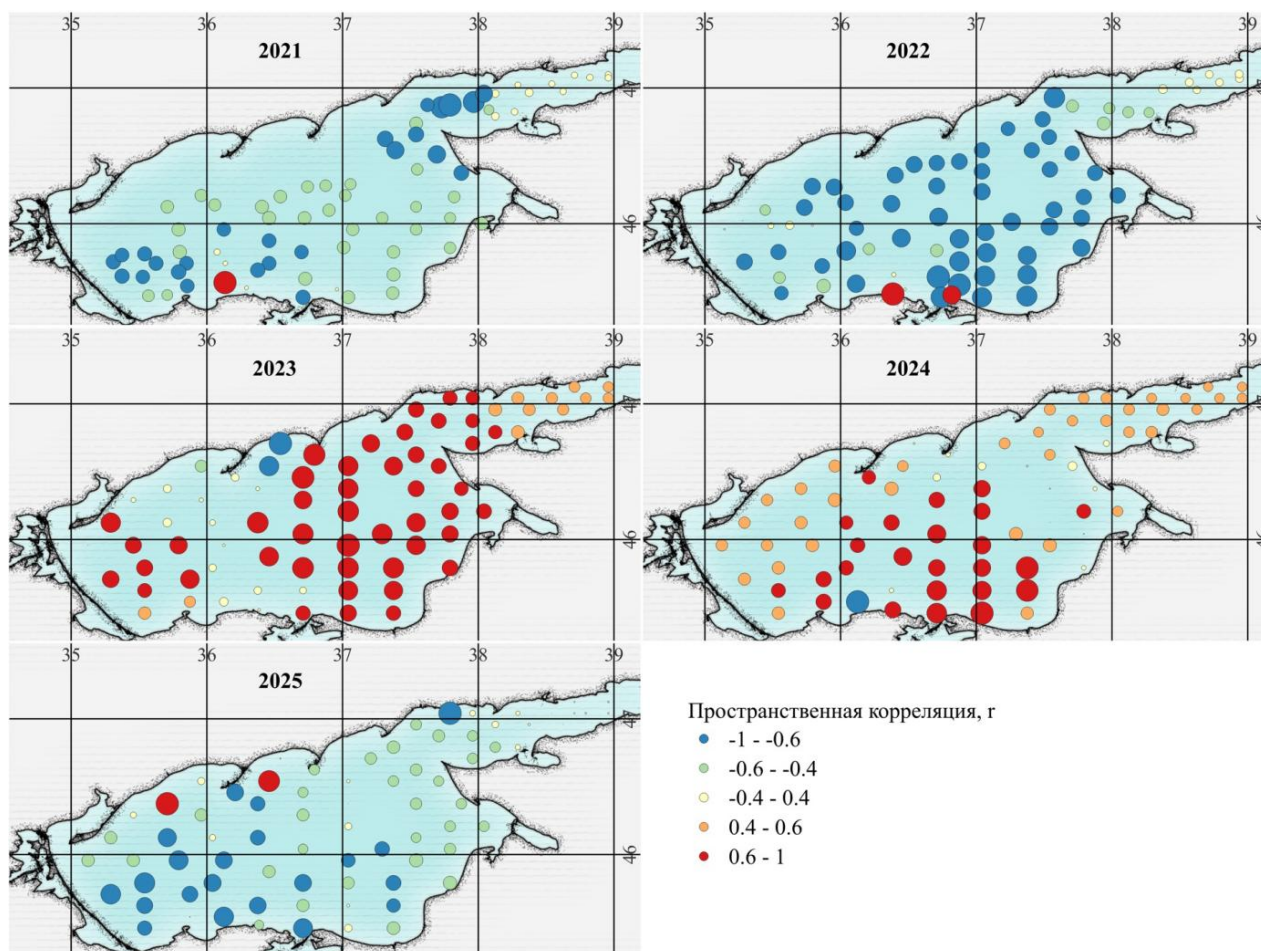


Рисунок 2 – Пространственные кросс-корреляции между уловами ризостомы и хамсы в августе 2021–2025 гг.

В 2021–2022 гг. связь между уловами ризостомы и хамсы была преимущественно отрицательной для всей акватории моря. В акватории Таганрогского залива связь была незначимой.

В 2023–2024 гг. произошло изменение пространственной структуры связи между уловами ризостомы и хамсы. В 2023 г. она стала характеризоваться преимущественно положительным знаком, за исключением акваторий Бердянского и Обиточного заливов, вблизи Казантипского залива и на некоторых участках центральной части моря, а в 2024 г. – за исключением участков, прилегающих к Ясенскому, Белосарайскому ($46^{\circ}49'$ с. ш., $37^{\circ}05'$ в. д.) и Бердянскому заливам.

В 2025 г структура пространственных связей между уловами ризостомы и хамсы вновь

стала отрицательной практически для всей акватории моря. При этом, связь между уловами в Таганрогском заливе преимущественно была или умеренной, или слабой незначимой.

Регрессионный анализ многолетней динамики показателей средних уловов хамсы представлен на рисунке 3. Наилучшее описание рассматриваемой динамики получено при помощи полиномиальной регрессии 2-го порядка, характеризующей нелинейную природу рассматриваемой связи в данный период.

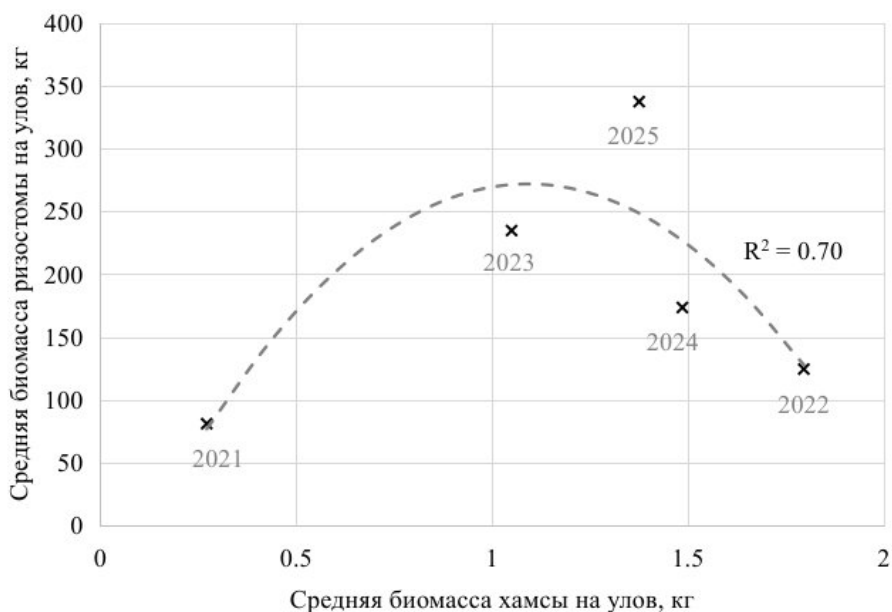


Рисунок 3 – Связь между средними уловами медузы ризостомы и хамсы в августе 2021–2025 гг. в ходе лампарной съемки

Перед дискуссией о выявленных пространственных структурах в уловах медузы ризостомы и хамсы следует отметить, что, вероятно, анализируемая связь является не прямой связью между биомассой медузы и хамсы, а обусловлена наличием одного или нескольких факторов-посредников. Как и было указано ранее, медузу ризостому следует рассматривать как пищевого конкурента для популяции хамсы в летний период времени [11]. Общим фактором-посредником, через который осуществляется опосредованное влияние ризостомы на хамсу, является продукция биомассы кормовых объектов мезозoopланктона. В настоящее время отсутствуют оценки продукции мезозoopланктона в Азовском море в 2021–2025 гг., доли её потребления хамсой, медузой ризостомой, а также и другими потребителями. По этой причине, интерпретация полученных результатов возможна лишь на уровне гипотез.

Изучение средних показателей уловов на один замет лампы за всю съемку указывает на положительную тенденцию увеличения показателей как уловов хамсы, так и медузы ризостомы (табл. 2). Отдельное внимание вызывает соотношение этих видов в структуре улова лампы – биомасса медузы ризостомы на порядки превышает уловы хамсы, в среднем в 158 раз. Отмечается, что в эти годы показатели биомассы нерестового запаса хамсы были на исторически низких уровнях [11, 18]. Современные высокие показатели биомассы медузы ризостомы являются результатом воздействия совокупности факторов, среди которых – благоприятные гидрологические условия (осолонение моря и потепление климата).

Рассмотрение биологических взаимодействий между хамсой, медузой ризостомой и мезозoopланктоном, на первый взгляд, указывает на то, что хамса, как активный пловец, должна выигрывать пищевую конкуренцию у практически пассивной медузы ризостомы, горизонтальное передвижение которой обусловлено преимущественно течениями воды. Однако, ключевое преимущество медузы ризостомы в пищевой конкуренции с планктоноядными рыбами состоит в намного меньшей продолжительности (и более высоких темпах воспроизводства) ее жизненного цикла. Несмотря на то, что хамса является

короткоцикловым видом, способным впервые достигать половой зрелости и нереститься уже на первом году жизни, ее продуктивность значительно уступает продуктивности сцифоидной медузы. Для ризостомы достаточно одного-двух месяцев после повышения температуры воды выше 5 °С для повторения цикла воспроизводства, в результате чего биомасса может возрастать экспоненциально [19]. При моделировании сезонной динамики развития зоопланктона, сцифоидных медуз и планктоядных рыб в рамках замкнутого водоема было показано, что в определенных благоприятных условиях может наступать “депрессия медуз”, которая характеризуется приростом биомассы медуз в 3 раза за период июль-август, что приводит к переходу трофической цепи к альтернативному состоянию, в котором доминируют сцифоидные медузы [20].

Мультипликативное влияние множества факторов на сезонную трофодинамику экосистемы может объяснить некоторые различия, выявленные в ходе корреляционного анализа, рис. 2. В общем представлении, различия заключаются в разных знаках выявленной связи в 2021, 2024–2025 гг. (преимущественно отрицательная связь) и 2023–2024 гг. (преимущественно положительная связь). Такие различия, по нашему мнению, были обусловлены одним из ключевых факторов, который обеспечивает изменение солености моря в весенне-летний период – объем речного стока р. Дон. В 2021 и 2022 годах объем годового стока р. Дон был крайне низким и составлял 10,8 и 12,5 км³ соответственно, в эти годы отмечались устойчивые отрицательные пространственные связи между уловами медузы ризостомы и хамсы [13]. В 2023–2024 гг. объемы годового стока увеличились до 19,5 и 20,6 км³ соответственно; в этот период связь между показателями уловов медузы и хамсы была преимущественно положительной. Вероятно, низкие объемы речного стока способствует формированию в Азовском море преимущественно морской видовой структуры мезозоопланктона (характерной для воды с соленостью выше 14 ‰) в условиях сукцессий в пресноводной и солоноватоводной структуре мезозоопланктона при их малой численности. В результате такие изменения приводят к резкому снижению аборигенных видов копепод в 2 и более раза и замещению части структуры мезозоопланктона черноморскими видами [21], что и отразилось в изменении структуры корреляционных связей между уловами медузы ризостомы и хамсы.

Еще одной важной выявленной особенностью является отсутствие значимых отрицательных связей между уловами медузы ризостомы и хамсы в Таганрогском заливе. Таганрогский залив характеризуется меньшими показателями солености воды, чем открытые акватории Азовского моря [22]. В период 2021–2024 гг. средняя соленость в Таганрогском заливе составляла 10,7 ‰, в других акваториях Азовского моря – 14,9 ‰. Для медузы ризостомы нижней границей благоприятных показателей солености воды считается 12 ‰, что и объясняет низкие величины ее биомассы и уловов в Таганрогском заливе [11]. При таких условиях низкие показатели биомассы медузы в Таганрогском заливе не приводят к значимому негативному влиянию на кормовую базу, и, как следствие, на уловы хамсы.

Регрессионный анализ среднемноголетних показателей уловов ризостомы и хамсы подтвердил наличие значимой связи между этими показателями, рис. 3. Данная связь является нелинейной и опосредованной, характеризует воздействие медузы ризостомы на популяцию хамсы через фактор-посредник. При этом отмечается, что изменение направления связи происходит при достижении уловов на 1 зачет лампары в среднем в 250 кг. Однако, учитывая короткую продолжительность временного ряда при описании связи и постоянные изменения в биоценозе моря, такой результат едва ли может быть принят как надежный ориентир при прогнозе.

Выводы. В результате выполнения пространственного кросс-корреляционного анализа было подтверждено наличие статистически значимой связи между уловами медузы ризостомы и хамсы в период 2021–2025 гг. Данная связь в отдельные годы имела преимущественно отрицательный знак (2021, 2024–2025 гг.), а в некоторые годы знак связи менялся на противоположный (2022–2023 гг.). Такие различия могли быть обусловлены изменениями в годовых объемах стоках р. Дон, которые, вероятно, оказали значимое влияние в

формировании структуры мезозoopланктона отдельных лет.

Для периода 2021–2025 гг. выявлены тенденции к увеличению биомассы медуз на один замет лампы, которые в августе 2025 г. стали достигать 2 т, и к умеренному росту биомассы хамсы в Азовском море.

Выявлена значимая связь между средними уловами медузы ризостома и хамсы. Связь характеризуется нелинейной природой.

Выявленные тенденции характеризует мультипликативное опосредованное воздействие медузы ризостомы на популяцию хамсы через мезозoopланктон как фактор-посредник.

Финансирование

Работа проведена в рамках государственного задания ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» и КарНЦ РАН FMEN-2022-0007.

Список использованной литературы:

1. Rocha J., Yletyinen J., Biggs R., Blenckner T., Peterson G. Marine regime shifts: drivers and impacts on ecosystems services // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2015. Vol. 370. № 20130273. DOI: 10.1098/rstb.2013.0273.
2. Heneghan R.F., Everett J.D., Blanchard J.L., Sykes P., Richardson A.J. Climate-driven zooplankton shifts cause large-scale declines in food quality for fish // *Nature Climate Change*. 2023. Vol. 13. № 5. P. 470–477. DOI: 10.1038/s41558-023-01630-7.
3. Daskalov G.M., Boicenco L., Grishin A.N., Lazar L., Mihneva V., Shlyakhov V., Zengin M. Architecture of collapse: regime shift and recovery in an hierarchically structured marine ecosystem // *Global change biology*. 2017. Vol. 23. № 4. P. 1486–1498. DOI: 10.1111/gcb.13508.
4. Afanasyev D.F., Mirzoyan Z.A., Martynyuk M.L., Khrenkin D.V., Shlyakhova N.A., Bychkova M.V., Zhukova S.V. Early summer zooplankton in the Sea of Azov during the period of its salinization // *Inland Water Biology*. 2019. Vol. 12. P. 53–61. DOI: 10.1134/S1995082919050031.
5. Дроздов В.В. Особенности многолетней динамики экосистемы Азовского моря под влиянием климатических и антропогенных факторов // *Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета*. 2010. №. 15. С. 155–176.
6. Бердников С.В., Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В. Климатические условия и гидрологический режим Азовского моря в XX – начале XXI вв. // *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2019. Т. 2. № 2. С. 7–19.
7. Рыбохозяйственный потенциал Азовского моря: развитие в условиях изменения климата и трансформации экосистемы: монография / Под общ. ред. А.В. Мирзояна. М: ВНИРО, 2025. 258 с.
8. Куприянов И.А., Тимофеева Н.Д. Причины и последствия популяционных взрывов желетелых в Азовском море // *Современные проблемы естественных наук и фармации: Сборник статей всероссийской научной конференции*. 2023. С. 220–223.
9. Мирзоян З.А., Мартынюк М.Л., Хренкин Д.В., Афанасьев Д.Ф. Развитие популяций сцифоидных медуз *Rhizostoma pulmo* и *Aurelia aurita* в Азовском море // *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2019. Т. 2. № 2. С. 27–35. DOI:10.47921/2619-1024_2019_2_2_27.
10. Shiganova T.A., Dumont H.J., Mkaelyan A. Interactions between the invading ctenophores *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) and *Beroe ovata* Mayer 1912, and their influence on the Pelagic ecosystem of the Northeastern Black Sea // *Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas: The Ctenophores Mnemiopsis leidyi and Beroe in the Ponto-Caspian and other Aquatic Invasions*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2004. Vol. 35. P. 33–70. DOI: 10.1007/1-4020-2152-6_2.
11. Мирзоян З.А., Надолинский В.П., Мартынюк М.Л., Надолинский Р.В. Трофические основы формирования запасов хамсы в Азовском море // *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2023. Т. 6. № 2. С. 78–96. DOI: 10.47921/2619-1024_2023_6_2_78.

12. Мирзоян А.В., Саенко Е.М., Дудкин С.И. Сырьевая база промысловых беспозвоночных в Азовском море и динамика ее освоения в 2000–2022 гг. // Водные биоресурсы и среда обитания. 2023. Т. 6. № 4. С. 51–67. DOI: 10.47921/2619-1024_2023_6_4_51.
13. Piatinskii M.M., Bitiutskii D.G., Mirzoyan A.V., Luzhniak V.A., Belousov V.N., Afanasyev D.F., Zhukova S.V., Kulba S.N., Zhivoglyadova L.A., Hrenkin D.V., Podmareva T.I., Cherniavksaia P.M., Burlachko D.S., Elfimova N.S., Kirichenko O.V., Kozobrod I.D. The Long-Term Annual Datasets for Azov Sea Basin Ecosystems for 1925–2024 and Russian Sturgeon Occurrences in 2000–2024 // Data. 2025. Vol. 10. № 5. P. e57. DOI: 10.3390/data10050057.
14. Chen Y.G. New approaches for calculating Moran's index of spatial autocorrelation // PLoS ONE. 2013. Vol. 8. № 7. P. e68336. DOI: 10.1371/journal.pone.0068336.
15. Chen Y.G. A new methodology of spatial cross-correlation analysis // PLoS One. 2015. Vol. 10. № 5. P. e0126158. DOI: 10.1371/journal.pone.0126158.
16. Bivand R.S., Müller W., Reder M. Power calculations for global and local Moran's I // Computational Statistics and Data Analysis. 2009. Vol. 53. P. 2859–2872. DOI: 10.1016/j.csda.2008.07.021.
17. Fletcher R., Fortin M. Spatial ecology and conservation modeling. Cham: Springer International Publishing, 2018. 523 p. DOI: 10.1007/978-3-030-01989-1.
18. Панов Б.Н., Шляхов В.А., Белоусов В.Н., Спиридонова Е.О., Смирнов С.С. Океанографические условия весенней миграции хамсы как фактор формирования ет нерестового запаса в Азовском море // Труды ВНИРО. 2024. Т. 197. № 3. С. 91–100. DOI: 10.36038/2307-3497-2024-197-91-100.
19. Fuentes V., Straehler-Pohl I., Atienza D., Franco I., Tivles U., Gentile M., Acevedo M., Olariga A., Gili J.-M. Life cycle of the jellyfish *Rhizostoma pulmo* (Scyphozoa: Rhizostomeae) and its distribution, seasonality and inter-annual variability along the Catalan coast and the Mar Menor (Spain, NW Mediterranean) // Marine Biology. 2011. Vol. 158. № 10. P. 2247–2266. DOI: 10.1007/s00227-011-1730-7.
20. Бондаренко Д.В., Никитина А.В. Математическое моделирование биопродуктивности мелководного водоема при внезапной депрессии сцифоидными медузами // Computational Mathematics and Information Technologies. 2025. Т. 9. № 4. С. 46–55. DOI: 10.23947/2587-8999-2025-9-4-46-55.
21. Мирзоян З.А., Мартынюк М.Л., Хренкин Д.В., Афанасьев Д.Ф., Бычкова М.В., Жукова С.В., Бондарев С.В., Пятинский М.М. Развитие кормового зоопланктона в Азовском море при изменении солености и хищничестве желетелого макропланктона // Труды АзНИИРХ. 2023. Т. 4. С. 178–191.
22. Жукова С.В., Мирзоян А.В., Шишкин В.М., Подmareва Т.И., Лутынская Л.А., Тарадина Е.А., Бурлачко Д.С., Карманов В.Г. Возможные сценарии формирования материкового стока и солености вод азовского моря с учетом современных и перспективных тенденций изменения климата // Водные биоресурсы и среда обитания. 2023. Т. 6. № 4. С. 7–30. DOI: 10.47921/2619-1024_2023_6_4_7.

References:

1. Rocha J., Yletyinen J., Biggs R., Blenckner T., Peterson G. Marine regime shifts: drivers and impacts on ecosystems services. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2015, vol. 370, no. 20130273. (In English). DOI: 10.1098/rstb.2013.0273.
2. Heneghan R.F., Everett J.D., Blanchard J.L., Sykes P., Richardson A.J. Climate-driven zooplankton shifts cause large-scale declines in food quality for fish. *Nature Climate Change*, 2023, vol. 13, no. 5, pp. 470–477. (In English). DOI: 10.1038/s41558-023-01630-7.
3. Daskalov G.M., Boicenco L., Grishin A.N., Lazar L., Mihneva V., Shlyakhov V., Zengin M. Architecture of collapse: regime shift and recovery in an hierarchically structured marine ecosystem. *Global change biology*, 2017, vol. 23, no. 4, pp. 1486–1498. (In English). DOI: 10.1111/gcb.13508.
4. Afanasyev D.F., Mirzoyan Z.A., Martynyuk M.L., Khrenkin D.V., Shlyakhova N.A., Bychkova

- M.V., Zhukova S.V. Early summer zooplankton in the Sea of Azov during the period of its salinization. *Inland Water Biology*, 2019, vol. 12, pp. 53–61. (In English). DOI: 10.1134/S1995082919050031.
5. Drozdov V.V. Osobennosti mnogoletnej dinamiki jekosistemy Azovskogo morja pod vlijaniem klimaticeskikh i antropogennykh faktorov [Features of the long-term dynamics of the ecosystem of the Sea of Azov under the influence of climatic and anthropogenic factors]. *Uchenye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta* [Scientific notes of the Russian State Hydrometeorological University], 2010, no. 15, pp. 155–176. (In Russian).
 6. Berdnikov S.V., Dashkevich L.V., Kulygin V.V. Klimaticheskie usloviya i gidrologicheskij rezhim Azovskogo morya v XX – nachale XXI vv. [Climatic conditions and hydrological regime of the Sea of Zzov in the XX – early XXI centuries]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2019, vol. 2, no. 2, pp. 7–19. (In Russian).
 7. Mirzoyan A.V. (ed). *Rybohozjajstvennyj potencial Azovskogo morja: razvitie v uslovijah izmenenija klimata i transformacii jekosistemy* [Fisheries potential of the Sea of Azov: development in the context of climate change and ecosystem transformation]. Moscow, VNIRO Publ., 2025, 258 pp. (In Russian).
 8. Kupriyanov I.A., Timofeeva N.D. Prichiny i posledstviya populjacionnykh vzryvov zheletelyh v Azovskom more [Causes and consequences of yellowfin population explosions in the Sea of Azov]. *Sbornik statej vsrossijskoj nauchnoj konferencii «Sovremennye problemy estestvennykh nauk i farmacii»* [Collection of articles of the All-Russian Scientific Conference “Modern problems of natural sciences and pharmacy”], 2023, pp. 220–223. (In Russian).
 9. Mirzoyan Z.A., Martynyuk M.L., Khrenkin D.V., Afanasyev D.F. Razvitie populyacij scifoidnykh meduz Rhizostoma pulmo i Aurelia aurita v Azovskom more [Development of the scyphozoan jellyfish rhizostoma pulmo and aurelia aurita populations in the Azov Sea]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2019, vol. 2, no. 2, pp. 27–35. (In Russian). DOI: 10.47921/2619-1024_2019_2_2_27.
 10. Shiganova T.A., Dumont H.J., Mikaelyan A. Interactions between the invading ctenophores *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) and *Beroe ovata* Mayer 1912, and their influence on the Pelagic ecosystem of the Northeastern Black Sea. *Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas: The Ctenophores Mnemiopsis leidyi and Beroe in the Ponto-Caspian and other Aquatic Invasions*, Springer, 2004, pp. 33–70. (In English). DOI: 10.1007/1-4020-2152-6_2.
 11. Mirzoyan Z.A., Nadolinskiy V.P., Martynyuk M.L., Nadolinskiy R.V. Troficheskie osnovy formirovaniya zapasov hamsy v Azovskom more [Trophic basis of the european anchovy stock development in the Azov Sea]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2023, vol. 6, no. 2, pp. 78–96. (In Russian). DOI: 10.47921/2619-1024_2023_6_2_78.
 12. Mirzoyan A.V., Saenko E.M., Dudkin S.I. Syr'evaya baza promyslovykh bespozvonochnykh v Azovskom more i dinamika ee osvoeniya v 2000–2022 gg. [Exploitable resources of commercial invertebrates in the Azov Sea and the dynamics of their exploitation in 2000–2022]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2023, vol. 6, no. 4, pp. 51–67. (In Russian). DOI: 10.47921/2619-1024_2023_6_4_51.
 13. Piatinskii M.M., Bitiutskii D.G., Mirzoyan A.V., Luzhniak V.A., Belousov V.N. et al. The Long-Term Annual Datasets for Azov Sea Basin Ecosystems for 1925–2024 and Russian Sturgeon Occurrences in 2000–2024. *Data*, 2025, vol. 10, no. 5, pp. e57. (In English). DOI: 10.3390/data10050057.
 14. Chen Y.G. New approaches for calculating Moran's index of spatial autocorrelation. *PLoS ONE*, 2013, vol. 8, no. 7, pp. e68336. (In English). DOI: 10.1371/journal.pone.0068336.
 15. Chen Y.G. A new methodology of spatial cross-correlation analysis. *PLoS One*, 2015, vol. 10, no. 5, pp. e0126158. (In English). DOI: 10.1371/journal.pone.0126158.
 16. Bivand R.S., Müller W., Reder M. Power calculations for global and local Moran's I. *Computational Statistics and Data Analysis*, 2009, vol. 53, pp. 2859–2872. (In English). DOI:

10.1016/j.csda.2008.07.021.

17. Fletcher R., Fortin M. *Spatial ecology and conservation modeling*. Cham, Springer International Publishing, 2018, 523 p. (In English). DOI: 10.1007/978-3-030-01989-1.
18. Panov B.N., Shlyakhov V.A., Belousov V.N., Spiridonova E.O., Smirnov S.S. Okeanograficheskie usloviya vesennej migratsii hamsy kak faktor formirovaniya et nerestovogo zapasa v Azovskom more [Oceanographic conditions of spring migration of European anchovy as a factor of formation of its spawning stock in the Sea of Azov]. *Trudy VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 2024, vol. 197, no. 3, pp. 91-100. (In Russian). DOI: 10.36038/2307-3497-2024-197-91-100.
19. Fuentes V., Straehler-Pohl I., Atienza D., Franco I., Tivles U., Gentile M., Acevedo M., Olariga A., Gili J.-M. Life cycle of the jellyfish *Rhizostoma pulmo* (Scyphozoa: Rhizostomeae) and its distribution, seasonality and inter-annual variability along the Catalan coast and the Mar Menor (Spain, NW Mediterranean). *Marine Biology*, 2011, vol. 158, no. 10, pp. 2247–2266. (In English). DOI: 10.1007/s00227-011-1730-7.
20. Bondarenko D.V., Nikitina A.V. Matematicheskoe modelirovanie bioproduktivnosti melkovodnogo vodoema pri vnezapnoj depressii scifoidnymi meduzami [Mathematical Modelling of the Bioproductivity of a Shallow Water Body under Sudden Depression Caused by Scyphozoan Jellyfish]. *Computational Mathematics and Information Technologies*, 2025, vol. 9, no. 4, pp. 46–55. (In Russian). DOI: 10.23947/2587-8999-2025-9-4-46-55.
21. Mirzoyan Z.A., Martynyuk M.L., Khrenkin D.V., Afanasyev D.F., Bychkova M.V., Zhukova S.V., Bondarev S.V., Pyatinskii M.M. Razvitie kormovogo zooplanktona v Azovskom more pri izmenenii solenosti i hishchnichestve zheletelogo makroplanktona [Development of fodder zooplankton in the Azov Sea in the context of changing salinity and predation pressure of gelatinous macroplankton]. *Trudy AzNIIRH* [Proceedings of AzNIIRKH], 2023, vol. 4, pp. 178–191. (In Russian).
22. Zhukova S.V., Mirzoyan A.V., Shishkin V.M., Podmareva T.I., Lutynskaya L.A., Taradina E.A., Burlachko D.S., Karmanov V.G. Vozmozhnye scenariy formirovaniya materikovogo stoka i solenosti vod azovskogo morya s uchetom sovremennyh i perspektivnyh tendencij izmeneniya klimata [Possible scenarios for the formation of the continental runoff and the salinity of the azov sea, taking into account the current and future trends in climate change]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2023, vol. 6, no. 4, pp. 7–30. (In English). DOI: 10.47921/2619-1024_2023_6_4_7.

Сведения об авторах / Information about authors

Белоусов	Зам. руководителя
Владимир Николаевич	Южный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») 344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в belousovn@azniirkh.vniro.ru
Belousov	Deputy Head
Vladimir Nikolaevich	South Branch of “VNIRO” (“South”) 344002, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21 belousovn@azniirkh.vniro.ru
Пятинский	Зам. начальника центра цифровизации рыбохозяйственных исследований
Михаил Михайлович	Южный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») 344002, г. Ростов-на-Дону ул.Береговая 21в pyatinskiymm@azniirkh.vniro.ru
Piatinskii	Deputy Chief of digitization center of fisheries researches
Mikhail Mikhailovich	South Branch of “VNIRO” (“South”) 344002, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21 pyatinskiymm@azniirkh.vniro.ru

Шляхов Владислав Алексеевич	Зав. лабораторией водных биологических ресурсов Южный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») 298320, г. Керчь, ул. Свердлова, 2 shlyahovva@azniirkh.vniro.ru
Shlyakhov Vladislav Alekseevich	Laboratory Head of Water Biological Resources Lab South Branch of “VNIRO” (“South”) 298320, Kerch, Sverdlova str., 2 shlyahovva@azniirkh.vniro.ru
Битютский Дмитрий Геннадьевич	Ст. научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Институт биологии – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук» (КарНЦ РАН) 185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
Bitiutskii Dmitrii Gennadievich	Senior Researcher of Ecology of fish and aquatic invertebrates laboratory Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IB KarRC RAS) 185910, Petrozavodsk, Pushkinskaya str., 11
Надолинский Роман Викторович	Главный специалист лаборатории рыб Азовского моря Южный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») 344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в
Nadolinskii Roman Viktorovich	Lead researcher of the Azov Sea fishes laboratory South Branch of “VNIRO” (“South”) 344002, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21
Федотова Виктория Сергеевна	Руководитель группы геоинформационных технологий Южный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») 344002, г. Ростов-на-Дону ул. Береговая, 21в fedotovavs@azniirkh.vniro.ru
Fedotova Viktoriya Sergeevna	Chief of geo-information systems group South Branch of “VNIRO” (“South”) 344002, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21 fedotovavs@azniirkh.vniro.ru

УДК 551.46.09

Панов Б.Н., Спиридонова Е.О., Семёнова А.Ю.

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗИМОВАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ И
ПРОМЫШЛЕННОГО ЛОВА ХАМСЫ В АЗОВСКОМ МОРЕ В ОКТЯБРЕ – НОЯБРЕ
С 2015 ПО 2021 ГОД**

Аннотация. Целью выполненного исследования была оценка уровня благоприятности гидрометеорологических условий окружающей среды для начала зимовальной миграции хамсы из Азовского моря в Чёрное в 2015–2021 гг. В работе использованы статистический и графический методы анализа гидрометеорологической и рыбопромысловой информации. Новизна исследования заключается в привлечении к анализу ежедневных данных спутниковой альтиметрии и температуры поверхности моря, а также приземного атмосферного давления в регионе исследований. Показано, что благоприятными динамическими факторами для начала миграции хамсы являются усиления западных дрейфовых течений в предпроливной зоне Азовского моря и южных дрейфовых течений в Керченском проливе, появлению которых способствуют усиления северо-восточных атмосферных переносов в регионе. Показатели гидрометеорологических условий начала миграции азовской хамсы и продолжительность её промысла в Азовском море представляют интерес как индикаторы её состояния и перспектив промысла.

Ключевые слова: спутниковые данные, температура, альтиметрия, атмосферные переносы, течения, промысловые усилия, многолетние изменения.

Panov B.N., Spiridonova E.O., Semenova A. Y.

**HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS OF WINTER MIGRATION AND
FISHING OF ANCHOVY IN THE SEA OF AZOV IN 2015-2021**

Abstract. The purpose of this work is to determine the criteria for hydrometeorological conditions favorable for the beginning of winter migration of anchovy from the Sea of Azov to the Black Sea in 2015–2021. The methods used are statistical processing and graphical analysis of daily hydrometeorological data. The novelty of the study lies in the analysis of daily satellite altimetry and sea surface temperature data, as well as surface atmospheric pressure in the study region. It has been shown that favorable dynamic factors for the beginning of anchovy migration are the strengthening of western drift currents in the pre-strait zone of the Sea of Azov and the strengthening of southern drift currents in the Kerch Strait, which are caused by the strengthening of northeastern atmospheric transports in the region. The indicators of the hydrometeorological conditions at the beginning of the migration of the Azov anchovy and the duration of its fishing in the Sea of Azov are of interest as indicators of its condition and fishing prospects.

Keywords: satellite data, temperature, altimetry, atmospheric transports, sea currents, fishing efforts, long-term changes.

Введение. Азовская хамса (*Engraulis encrasicolus maeoticus* Pusanov & Zeeb, 1926) – массовый представитель мелкосельдевых видов рыб, является основным объектом промысла для рыбаков РФ в бассейне Азовского и Чёрного морей. В годовом жизненном цикле азовская хамса совершает протяжённые зимовальные (осенью) и нагульно-нерестовые (зимой) миграции между Азовским и Чёрным морями. В октябре-ноябре, после нереста и нагула, в связи с уменьшением температуры воды в Азовском море, азовская хамса собирается в косяки и мигрирует через Керченский пролив в Чёрное море. Во время этой миграции она добывается, как прибрежными ставными неводами, так и активным судовым промыслом и использованием разноглубинных тралов. В прошлом столетии, в годы высокой численности зимовальная миграция азовской хамсы начиналась уже в сентябре и продолжалась более месяца [1, 2].

Миграционная активность хамсы в осенний период определяется возрастной структурой её промыслового запаса, упитанностью и скоростью охлаждения вод Азовского моря. Хамса низкой жирности мигрирует значительно позже обычных сроков (как это было после 1989 г. ввиду вспышки в Азово-Черноморском бассейне численности гребневика мнемииопсиса – трофического конкурента хамсы) [3, 4, 5].

В последние годы запас хамсы значительно уменьшился с 4,7 тыс. т в 2011 году до 1,2 тыс. т в 2020 году и продолжает находиться на низком уровне по настоящее время. При этом, освоение выделяемых объёмов её промысла увеличилось с 15–20 до 82 % [6]. В эти же годы запас хамсы, нерестящейся в северо-восточной части Чёрного моря демонстрировал динамику, противоположную изменениям запаса азовской хамсы [7].

При низком уровне запаса азовской хамсы её промысел в северо-восточной части Чёрного моря может вестись уже на смешанных скоплениях с пониженным качеством рыбы. Потому, показатели начала миграции азовской хамсы и продолжительность её промысла в Азовском море являются важными индикаторами её состояния и перспектив использования запаса.

В последние два десятилетия, уже при стабилизации численности гребневика мнемииопсиса мониторинг условий начала промысла азовской хамсы показал, что первой начинает миграции молодёжь азовской хамсы при температуре воды в Азовском море 14–16 °С, а массовый ход хамсы в Чёрное море через Керченский пролив начинается при температуре поверхности Азовского моря (ТПМ) 12 °С [8]. Исследований влияния ветров и морских течений на миграцию хамсы в Азовском море было крайне мало [9, 10]. Поэтому, исследования влияния абиотических факторов на миграцию азовской хамсы, которые могли бы лечь в основу разработки методики мониторинга, диагноза и прогноза зимовальной миграции и промысла хамсы в северо-восточной части Чёрного моря, представляются нам крайне необходимыми.

Цель исследования – оценка уровня благоприятности гидрометеорологических условий окружающей среды для начала зимовальной миграции хамсы из Азовского моря в Чёрное море в 2015–2021 гг.

Материалы и методы исследования. Результаты мониторинга миграции и промысла хамсы в Керченском проливе бригадами прибрежного лова были заимствованы нами из работы [11].

Основное внимание в представленных исследованиях уделено анализу гидрометеорологических условий в периоды, примыкающие к датам начала осенней миграции и начала массовой миграции азовской хамсы в Керченском проливе, так как погодные условия именно этих периодов являются фактором, определяющим начало её миграции. Учитывая некоторую условность конкретного определения даты начала миграции и даты начала массовой миграции, а также значительную нестабильность ежедневных значений гидрометеорологических показателей в рамках естественного синоптического периода, в данной работе использовалась характеристика – период начала зимовальной миграции (ПНЗМ). Этот период (определён нами условно) начинается за три дня до даты начала миграции и заканчивается через три дня после даты начала массовой миграции хамсы в Керченском проливе, в анализе межгодовых изменений гидрометеорологических показателей использовались средние для ПНЗМ значения. В 2019 и 2021 гг., в которых период от даты начала миграции до даты начала массовой миграции составил, соответственно, 14 и 38 суток, ПНЗМ определялся как сумма двух семисуточных периодов, в которых центральными датами были даты начала миграции и начала массовой миграции. В результате в 2015–2021 гг. ПНЗМ и соответствующая им длина ряда осреднённых гидрометеорологических показателей не превышала 14 суток. Статистические ошибки средних значений гидрометеорологических показателей ПНЗМ 2019 и 2021 гг. определялись осреднением ошибок двух семисуточных периодов.

Данные о судовом промысле хамсы в Азовском море были получены в результате обработки информации ФГБУ ЦСМС Росрыболовства с целью определения районов промысла

и средней суточной промысловой нагрузки одного судна (В, т).

Спутниковые данные по аномалиям уровня моря (А, см) и ТПМ (°С) для ограниченного количества узлов сетки мониторинга, показанных на схеме (рис. 1а) были взяты, соответственно, из продукта Global Ocean Gridded L4 Sea Surface Heights and Derived Variables NRT и продукта Black Sea High Resolution and Ultra High Resolution Sea Surface Temperature Analysis информационной системы Copernicus Marine Service [12].

Учитывая изложенные выше перспективные цели исследования (разработка методики мониторинга и прогноза миграции хамсы), в работе был использован небольшой, но достаточный объём спутниковой альтиметрии и температуры, который доступен в оперативном модуле «Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане» (ЕСИМО). Для определения характера и особенностей ежедневных сгонно-нагонных дрейфовых течений в предпроливной зоне Азовского моря и плотностных течений в Керченском проливе спутниковые альтиметрические данные использовались в виде разницы ($\Delta A, \text{см}$) значений аномалий уровня моря между выбранными точками акватории ($\Delta A_{7-10} = A_7 - A_{10}$), где A_7 и A_{10} – аномалии уровня моря в точках 7 и 10 полей мониторинга гидрометеорологических характеристик. Данные ТПМ использовались как в виде непосредственных значения, так и в виде их разницы между двумя точками в качестве температурного градиента ($\Delta \text{ТПМ}$).

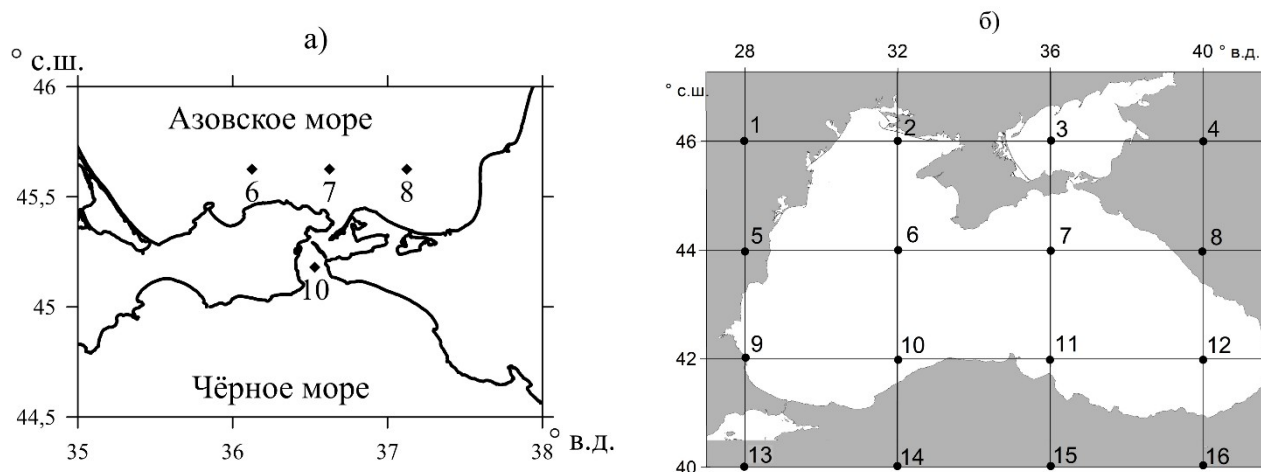


Рисунок 1 – Расположение использованных в работе узлов сетки спутникового мониторинга аномалий уровня и температуры поверхности Азовского моря (а), и сетка мониторинга приземного поля атмосферного давления над Азово-Черноморским регионом (б)

Ежедневные атмосферные переносы над южной частью Азовского моря и Керченским проливом использовались градиенты атмосферного давления (ΔP , мб) между узлами сетки мониторинга приземного атмосферного давления над Азово-Черноморским регионом из базы данных Южного филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный»), ранее неоднократно успешно используемые в экосистемных исследованиях Чёрного моря и отдельных его регионов. Зональные градиенты атмосферного давления характеризуют интенсивность меридиональных атмосферных переносов (северных $-M$ и южных $+M$), меридиональные градиенты представляют зональные перенос (западные $+Z$ и восточные $-Z$). В нашем исследовании показатели M и Z определялись по формулам: $M = ((P_4 - P_3) + (P_8 - P_7))/2$, $Z = ((P_7 - P_3) + (P_8 - P_4))/2$, где, к примеру, P_4 обозначает атмосферное давление в точке 4 сетки мониторинга.

Методы исследования – статистическая обработка и графический анализ гидрометеорологических данных в периоды начала зимовальной миграции хамсы в Азовском море.

Результаты исследования и их обсуждение. Выделенные ПНЗМ и соответствующие им периоды осреднения гидрометеорологических данных, а также даты начала и завершения

судового промысла хамсы в предпроливной части Азовского моря осенью 2015-2021 гг. обозначены на номограмме рисунка 2. Важным моментом межгодовых изменений в распределении ПНЗМ в 2017-2021 гг. был их сдвиг вправо по временной шкале, с конца октября до конца ноября. В сроках ведения промысла в южной части Азовского моря в эти годы такой особенности не было. В то же время, следует отметить, что промысел начинался одновременно с началом миграции хамсы в проливе (в 2016 и 2021 гг.) или до начала миграций.

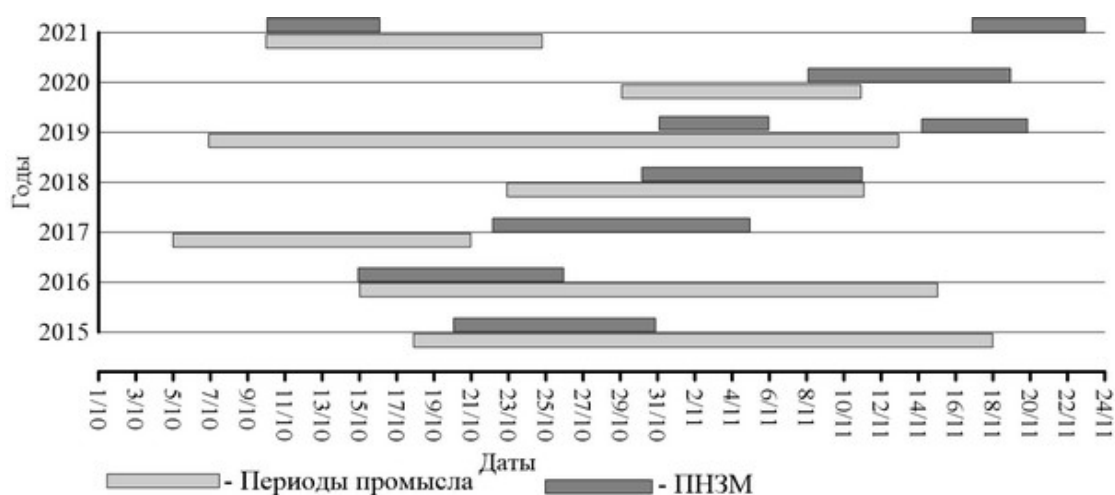


Рисунок 2 – Межгодовая изменчивость сроков начала зимовальной миграции (ПНЗМ) и сроков ведения судового промысла хамсы в Азовском море

Отметим, что в 2017 г. и 2019 г. промысел хамсы в Азовском море начинался сравнительно рано – 5 и 7 октября и был низко результативным (рис. 3б). В 2017 г. он завершился ещё до ПНЗМ, а в 2019 г. продолжался сравнительно долго. Учитывая, что в 2015 и 2016 гг. соотношения периодов промысла и миграции хамсы были логично последовательны, а результативность промысла сравнительно высокой, можно предположить, что нестабильность рассматриваемых сроков после 2016 г связана с низким запасом хамсы в Азовском море. Однако в 2021 году дата начала миграции была экстремально ранней, а дата начала массовой миграции – экстремально поздней, в то же время, промысел хамсы, начавшийся и закончившийся в Азовском море сравнительно рано, был достаточно результативным (рис. 3б). Объяснить эти различия пока сложно, поэтому представляется важным в мониторинге осенней миграции и промысла хамсы в Азовском море для определения сроков начала миграции особое внимание уделить соотношению сроков судового и прибрежного лова.

На рис. 3 а-г представлены осредненные для ПНЗМ значения гидрометеорологических показателей.

В предпроливной зоне Азовского моря (т. 7) средняя ТПМ ПНЗМ в течение рассматриваемых лет (кроме 2021 г.) находилась на уровне 13 °С, в южной части Керченского пролива (т. 10) – в пределах от 14–16 °С (что в целом соответствует выводам работы [3]. В 2021 году в т. 7 среднее значение ТПМ ПНЗМ уменьшилось как за счёт сравнительно поздних сроков массовой миграции хамсы, так и за счёт общего пониженного теплового фона рассматриваемой акватории моря в октябре-ноябре 2021 г. (рис. 4 в). Уже в первой декаде октября 2021 г. ТПМ в т. 7 уменьшилась до 13 °С (что и определило раннюю дату начала миграции хамсы в этом году – 13 октября), в другие рассматриваемые годы ТПМ в этот период находилась в пределах 16–20 °С.

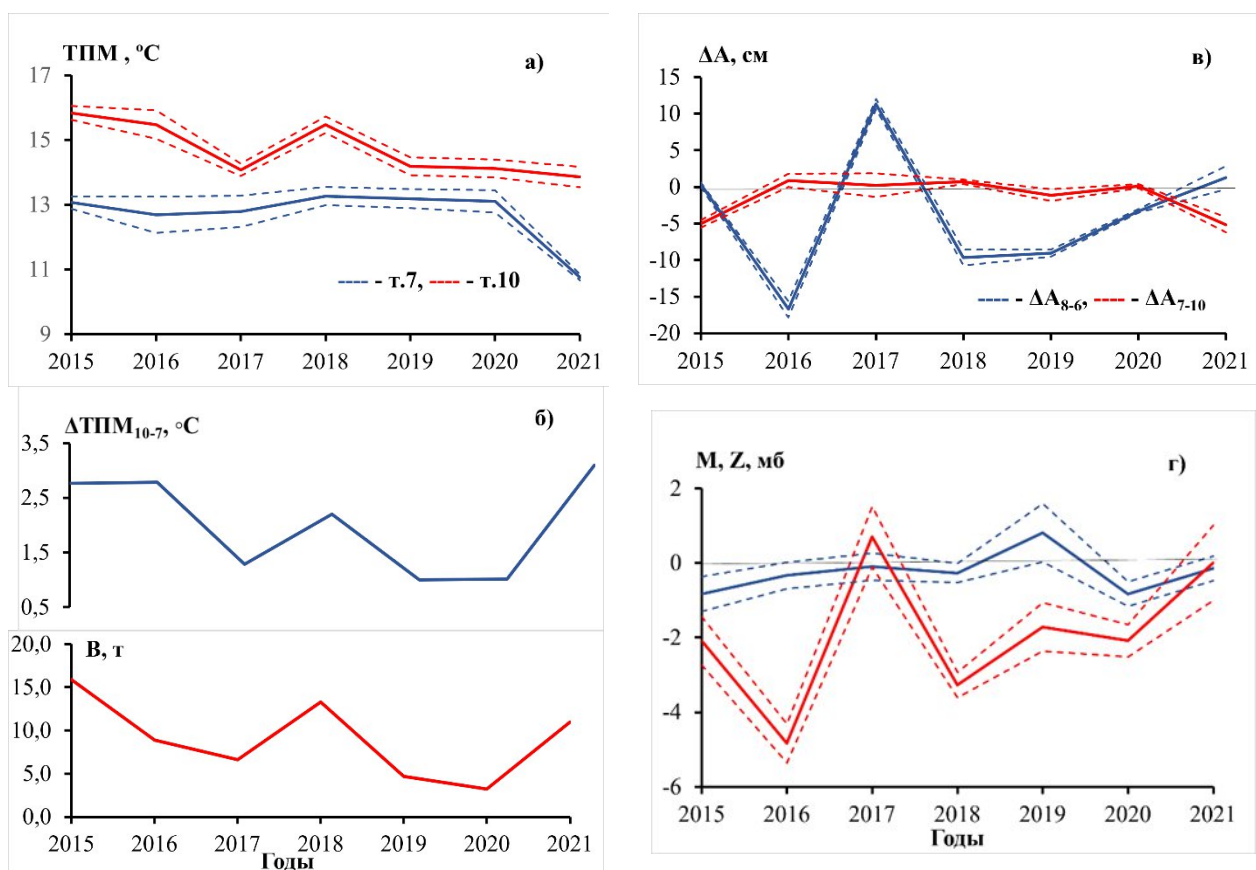


Рисунок 3 – ТПМ (а), разнице ТПМ в точках, а также средний суточный вылов одним судном (В) хамсы за время осеннего промысла в южной части Азовского моря (б), разнице аномалий уровня морской поверхности между точками (в), значения характеристик меридиональных (М) и зональных (Z) атмосферных переносов (г), осреднённые для периодов начала зимовальной миграции хамсы;
----- – пределы статистической ошибки осреднения

Разница ТПМ между точками 10 и 7 ($\Delta\text{ТПМ}_{10-7}$) в ПНЗМ изменялась в рассматриваемые годы в пределах 1–3 °C синхронно с изменениями средних промысловых усилий (В, т) вылова хамсы в Азовском море (рис. 3б). В годы повышенных меридиональных градиентов ТПМ в Керченском проливе промысловые усилия более чем в 2 раза превышали значения этого показателя в годы пониженных градиентов. Это, вероятнее всего, связано с увеличением плотности облавливаемых скоплений хамсы в условиях повышенного пространственного градиента ТПМ. В 2015 и 2018 гг. повышенный градиент и промысловые нагрузки совпали с увеличением ТПМ в южной части пролива, в 2021 г. – с её уменьшением в предпроливной зоне Азовского моря. Это позволяет предположить, что хамса формирует в проливе более плотные косяки, реагируя как на понижение ТПМ в Азовском море, так и на потепление вод в южной части Керченского пролива.

На рисунке 3 в представлены межгодовые изменения наклона морской поверхности, характеризующего направление дрейфового течения. Положительные значения показателей ΔA_{8-6} и ΔA_{7-10} соответствуют дрейфовым течениям направленным, соответственно, на восток и на север, отрицательные – течениям обратного направления. Для ПНЗМ в предпроливной зоне Азовского моря характерна значительная межгодовая изменчивость показателя ΔA_{8-6} . Во все рассмотренные годы (кроме 2017 г.) преобладали отрицательные значения показателя, соответствующие западным сгонно-нагонным течениям. Течения в Керченском проливе (ΔA_{7-10}) можно характеризовать как баланс северных и южных течений с незначительным преобладанием южной составляющей в 2015 и 2021 гг. и столь же незначительное преобладание северных течений в 2019 г. Преобладание западных течений в предпроливной зоне Азовского моря было обусловлено восточными атмосферными переносами, а южных течений в

Керченском проливе – слабым преобладанием северных атмосферных переносов над регионом (рис. 3г). Совпадение усиления южных течений в 2015 и 2021 гг. с ростом промысловых нагрузок позволят предполагать наличие положительной связи между этими показателями. Учитывая изложенное, можно предложить гипотезу положительной связи между северными восточными атмосферными переносами, южным течением в Керченском проливе и активизацией формирования скоплений и начала зимовальной миграции азовской хамсы. В период начала зимовальной миграции азовской хамсы в 2019 году преобладали южные атмосферные переносы, что могло замедлить миграцию хамсы и обусловить наиболее продолжительный ее промысел в Азовском море (см. рис. 2).

Для детализации представлений об изменениях ТПМ и ΔA в периоды продолжительной миграции хамсы в 2019 и 2021 гг., на рисунке 4 представлена динамика ежедневных значений этих показателей с 1 октября по 30 ноября.

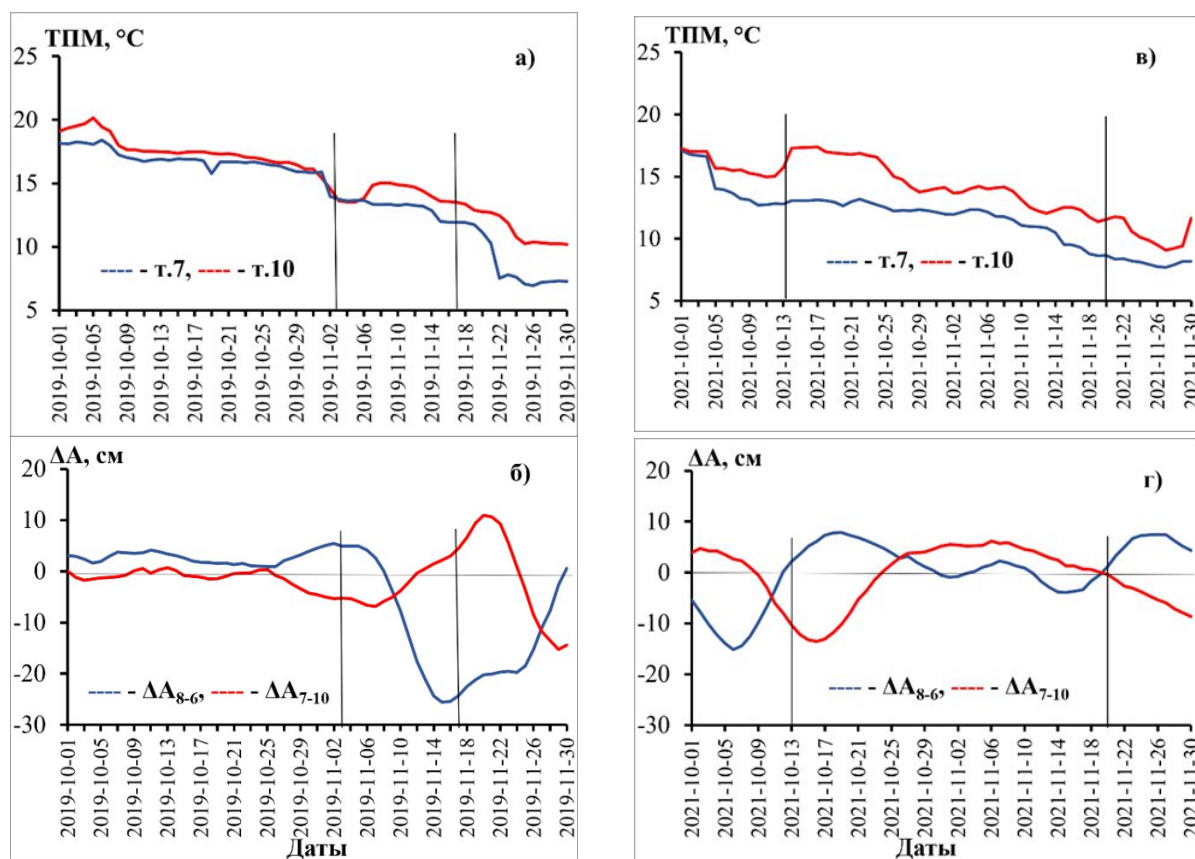


Рисунок 4 – Ежедневные изменения ТПМ и ΔA в районе Керченского пролива в 2019 и 2021 гг.; | – дата начала миграции и начала массовой миграции хамсы

В 2019 году дата начала миграции (3 ноября) совпала с резким уменьшением ТПМ и усилением южных дрейфовых течений, что соответствует описанным выше средним гидрометеорологическим условиям ПНЗМ. Начало массовой миграции хамсы, начавшееся 17 ноября, также было обусловлено значительным понижением температуры воды, сильным западным стонно-нагонным течением в южной части Азовского моря и слабыми меридиональными течениями в Керченском проливе с 10 по 14 ноября, что также могло повлиять на активизацию движения хамсы в пролив. Усиление северных течений в проливе в середине ноября могло повлиять на уменьшение промысловых нагрузок, что привело к прекращению 14 ноября 2019 г. промысла хамсы в Азовском море. В 2021 г. даты начала миграции хамсы (13 октября) и ее массовой миграции 20 ноября были обусловлены обострением градиента ТПМ за счет потепления вод в южной части Керченского пролива и усилением южной составляющей морских течений в проливе.

Выводы. Проведенный анализ изменчивости атмосферных переносов, морских течений

и температуры морских вод в южной части Азовского моря в периоды начала зимовальной миграции азовской хамсы позволяют предполагать, что в 2015–2021 гг.:

1. Зимовальная миграция скоплений азовской хамсы начинается в центральной части акватории Керченского пролива, где фиксируется судовым промыслом, а в прибрежных водах появляется позднее (где фиксируется уловами ставных неводов).

2. Начинается осенняя миграция хамсы при ТПМ 11–13 °С в северной части пролива и 14–16 °С в южной.

3. Благоприятными динамическими факторами для начала зимовальных миграций азовской хамсы в эти годы были усиления западных сгонно-нагонных течений в южной части Азовского моря под влиянием восточных атмосферных переносов, а также южных течений в Керченском проливе, обусловленных северными атмосферными переносами в регионе.

4. При увеличении меридионального градиента температуры морской воды и усилении южных течений в Керченском проливе средние уловы промысловых судов в Азовском море возрастали.

5. Наблюдающийся сдвиг на более поздние сроки благоприятных для зимовальной миграции азовской хамсы гидрометеорологических условий, являющийся проявлением сезонной изменчивости регионального климата, приводит к более поздней миграции хамсы, сокращению продолжительности её промысла в Азовском море и к изменению мест зимовки.

Список использованной литературы:

1. Попова В.П. Черноморский период жизни азовской хамсы // Труды ВНИРО. 1954. Т. 28. С. 65–73.
2. Световидов А.Н. Рыбы Чёрного моря. М.–Л.: Наука, 1964. 554 с.
3. Александрова У.Н., Игнатенко А.С., Перевалов О.А., Поверенная А.А., Рогов С.Ф., Леонтьев С.Ю., Бондаренко М.В. Состояние сырьевой базы в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне в 2013 и её использование промыслом // Труды ВНИРО. 2016. Т. 160. С. 12–25.
4. Кожурин Е.А., Шляхов В.А., Губанов Е.П. Динамика уловов промысловых рыб Крыма в Черном море // Труды ВНИРО. 2018. Т. 171. С. 157–169.
5. Chashchin A.K. The Black Sea populations of anchovy // Scientia Marina. 1996. Vol. 60. P. 219–225.
6. Стафикопуло А.М., Горбатюк Я.И. Пути развития прибрежного промысла в Азовском море у берегов Крыма // Труды ЮгНИРО. 2017. Т. 54. С. 90–110.
7. Надолинский В.П., Надолинский Р.В. Оценка численности и биомассы производителей хамсы (*Engraulis encrasicolus*) в северо-восточной части Чёрного моря по данным ихтиопланктонных съёмок // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3. № 1. С. 20–26.
8. Панов Б.Н., Смирнов С.С., Спиридонова Е.О., Негода С.А., Трусова К.Т. Результаты сравнительного анализа условий судового промысла азовской хамсы в сентябре–ноябре 2019 и 2020 годов // Водные биоресурсы и среда обитания. 2021. Т. 4. № 4. С. 65–77.
9. Гришин А.Н. Особенности формирования зимовальных скоплений хамсы (*Engraulis encrasicolus*) у восточного побережья Крыма // Морской экологический журнал. 2014. Т. 13. № 1. С. 9–16.
10. Zuyev G., Skuratovskaya E. Population Structure of European Anchovy *Engraulis encrasicolus* (L.) (Engraulidae: Pisces) in the Azov-Black Sea Basin // Thalassas: An International Journal of Marine Sciences. 2023. Vol. 39. № 1. P. 115–124.
11. Белоусов В.Н., Пятинский М.М., Шляхов В.А., Кульба С.Н., Битютский Д.Г., Надолинский Р.В. Роль пространственно-временной изменчивости морских течений в зимовальной миграции азовской хамсы в Чёрном море // Труды ВНИРО. 2025. Т. 201. С. 24–32.
12. Copernicus Marine Service. URL: https://data.marine.copernicus.eu/products?option=com_csw&task=results (дата обращения: 15.08.2026).

References:

1. Popova V.P. Chernomorskiy period zhizni azovskoy hamsy [The Black Sea Period of the Azov Anchovy's Life]. *Trudy VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 1954, vol. 28, pp. 65–73. (In Russian).
2. Svetovidov A.N. *Ryby Chyornogo morya* [Fishes of the Black Sea]. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1964, 554 p. (In Russian).
3. Aleksandrova U.N., Ignatenko A.S., Perevalov O.A., Poverennaya A.A., Rogov S.F., Leont'ev S.Yu., Bondarenko M.V. Sostoyanie syr'evoy bazy v Azovo-Chernomorskom rybohozyajstvennom bassejne v 2013 i eyo ispol'zovanie promyslom [The state of the raw material base in the Azov-Black Sea fisheries basin in 2013 and its use by fisheries]. *Trudy VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 2016, vol. 160, pp. 12–25. (In Russian).
4. Kozhurin E.A., Shlyahov V.A., Gubanov E.P. Dinamika ulovov promyslovyh ryb Kryma v Chernom more [Dynamics of catches of commercial fish in the Crimea in the Black Sea]. *Trudy VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 2018, vol. 171, pp. 157–169. (In Russian).
5. Chashchin A.K. The Black Sea populations of anchovy. *Scientia Marina*, 1996, vol. 60, pp. 219–225. (In English).
6. Stafikopulo A.M., Gorbatyuk Ya.I. Puti razvitiya pribrezhnogo promysla v Azovskom more u берегов Kryma [Ways of development of coastal fishing in the Sea of Azov off the coast of Crimea]. *Trudy YugNIRO* [Proceedings of YugNIRO], 2017, vol. 54, pp. 90–110. (In Russian)
7. Nadolinskiy V.P., Nadolinskiy R.V. Ocenka chislennosti i biomassy proizvoditelej hamsy (*Engraulis encrasicolus*) v severo-vostochnoj chasti Chyornogo morya po dannym ihtio planktonnyh syomok [Estimation of the Number and Biomass of Chub Mackerel (*Engraulis encrasicolus*) Producers in the North-Eastern Part of the Black Sea Based on Ichthyoplankton Surveys]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic biological resources and habitat], 2020, vol. 3, no. 1, pp. 20–26. (In Russian).
8. Panov B.N., Smirnov S.S., Spiridonova E.O., Negoda S.A., Trusova K.T. Rezul'taty sravnitel'nogo analiza uslovij sudovogo promysla azovskoy hamcy v sentyabre-noyabre 2019 i 2020 godov [Results of a comparative analysis of the conditions of the Azov anchovy fishing in September-November 2019 and 2020]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic biological resources and habitat], 2021, vol. 4, no. 4, pp. 65–77. (In Russian).
9. Grishin A.N. Osobennosti formirovaniya zimoval'nyh skoplenij hamsy (*Engraulis encrasicolus*) u vostochnogo poberezh'ya Kryma [Features of the formation of winter aggregations of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) off the eastern coast of Crimea]. *Morskoj ekologicheskij zhurnal* [Marine Environmental Journal], 2014, vol. 13, no. 1, pp. 9–16. (In Russian).
10. Zuyev G., Skuratovskaya E. Population Structure of European Anchovy *Engraulis encrasicolus* (L.) (Engraulidae: Pisces) in the Azov-Black Sea Basin. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 2023, vol. 39, no. 1, pp. 115–124. (In English).
11. Belousov V.N., Pyatinskiy M.M., Shlyahov V.A., Kul'ba S.N., Bityutskiy D.G., Nadolinskiy R.V. Rol' prostranstvenno-vremennoj izmenchivosti morskikh techenij v zimoval'noj migracii azovskoy hamsy v Chyornom more [The Role of Spatio-Temporal Variability of Marine Currents in the Winter Migration of the Azov Anchovy in the Black Sea]. *Trudy VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 2025, vol. 201, pp. 24–32. (In Russian).
12. Copernicus Marine Service. (In English). Available at: https://data.marine.copernicus.eu/products?option=com_csw&task=results (accessed 15.08.2026).

Сведения об авторах / Information about authors

Панов	канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник
Борис Николаевич	Южный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») 344002, Ростов-на-Дону, ул. Береговая 21в

- Panov
Boris Nicolaevich
Ph. D. (Geogr.), Leading Researcher
Southern Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
344002, Rostov-on-Don, Beregovaya str. 21b
panov_bn@mail.ru
- Спиридонова
Елена Олеговна**
канд. геогр. наук, доцент кафедры экологии моря
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
helena.spyrydonova@gmail.com
- Spiridonova
Elena Olegovna
Ph. D. (Geogr.), Associate Professor at the Department of Marine Ecology
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
helena.spyrydonova@gmail.com
- Семенова
Анна Юрьевна**
канд. экон. наук, доцент кафедры экологии моря
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
selivan_anna@mail.ru
- Semenova
Anna Yuryevna
Ph. D. (Econ.), Associate Professor at the Department of Marine Ecology
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
selivan_anna@mail.ru

УДК 639.517(470.61)

Полин А.А., Самойлова В.С., Стригунов А.М.
ПОЛУЧЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ДЛИННОПАЛОГО РАКА
***PONTASTACUS LEPTODACTYLUS* (ESCHSCHOLTZ, 1823)**
В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. Длиннопалый рак – ценный промысловый вид и перспективный объект аквакультуры в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне. В 2025 г. на базе аквариального комплекса Южного филиала «ВНИРО» экспериментально изучены эффективность различных условий преднерестового выдерживания самок-производителей и влияние рационов кормления и плотностей посадки на выживаемость и темпы роста молоди. Использовали молодь, полученную от 127 самок-производителей. Подращивание проводили в аквариумах (плотность посадки 1466 экз./м²) и лотках УЗВ (1000 и 1333 экз./м²) в течение 70 суток. Установлено, что комбинированный рацион (сухой корм и животные компоненты) обеспечивает достоверно более высокую выживаемость молоди по сравнению с монодиетами. Оптимальная плотность посадки в УЗВ составила 1000 экз./м². Рекомендован комбинированный метод культивирования: подращивание в условиях УЗВ с последующей высадкой в прудовые садки при плотности не более 44 экз./м².

Ключевые слова: длиннопалый рак, производители, молодь, УЗВ, аквариумы, рацион кормления, плотность посадки, выживаемость, темпы роста.

Polin A.A., Samoilova V.S., Strigunov A.M.
OBTAINING AND REARING OF JUVENILES OF THE NARROW-CLAWED CRAYFISH
***PONTASTACUS LEPTODACTYLUS* (ESCHSCHOLTZ, 1823)**
UNDER INDUSTRIAL CONDITIONS

Abstract. The narrow-clawed crayfish is a commercially important species and a promising aquaculture object in the Azov-Black Sea basin. In 2025, experiments were conducted at the «VNIRO» Southern Branch aquaculture complex to study the effects of pre-spawning holding conditions and the influence of feeding regimens and stocking densities on juvenile survival and growth. Juveniles obtained from 127 broodstock females were reared in aquariums (density 1466 ind./m²) and RAS troughs (1000 and 1333 ind./m²) for 70 days. A combined diet (dry feed plus live food components) provided significantly higher juvenile survival compared to monodiets. The optimal stocking density in RAS was 1000 ind./m². A combined cultivation method is recommended: initial rearing under controlled RAS conditions followed by transfer to pond cages at a density not exceeding 44 ind./m².

Keywords: narrow-clawed crayfish, broodstock, juveniles, recirculating aquaculture system, aquariums, feeding regimen, stocking density, survival rate, growth rate.

Введение. Длиннопалый рак *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) – традиционный промысловый вид и перспективный объект аквакультуры в водоемах Юга России [1]. В последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция к снижению численности его естественных популяций под влиянием антропогенных факторов [2]. В этой связи развитие методов контролируемого искусственного выращивания приобретает ключевое значение как для мероприятий по его искусственному воспроизводству, так и для формирования устойчивой товарной аквакультуры [3].

Наиболее сложным и технологически уязвимым этапом в биотехнике выращивания раков является подращивание полученной от производителей ранней молоди. На этом этапе лимитирующее влияние на конечный результат оказывают условия содержания, плотность посадки и, в особенности, качество и состав рациона [4-6]. Существующие рекомендации по кормлению молоди раков в значительной степени фрагментарны и требуют экспериментального обоснования применительно к конкретным условиям региона и

используемым производственным системам [5].

Целью исследования являлось изучение процесса получения и выращивания молоди длиннопалого рака в промышленных условиях (установки замкнутого водоснабжения и аквариумы) при разных плотностях посадки и рационах кормления.

Материалы и методы исследования. Материалом для экспериментальных работ послужила выборка из 127 самок длиннопалого рака с развивающейся икрой на плеоподах, которая была отобрана весной 2025 г. в водоемах Манычского каскада водохранилищ (Ростовская область).

Транспортировку самок от места добычи до аквариального комплекса проводили двумя способами: «мокрым» – в емкостях с водой (без дополнительной аэрации) и «сухим» – в пенопластовых транспортных контейнерах с увлажненным хлопковым материалом на дне. Длительность транспортировки не превышала 2 часов. В обоих случаях выживаемость за период транспортировки составила 100 %.

После транспортировки особей, перевозимых «сухим» методом, проводили их перевод из воздушной среды в водную (акклимацию) двумя способами. Первый заключался в последовательном погружении и извлечении емкости с раками в воду на протяжении не менее 15 минут, второй – капельное добавление в течение часа воды в емкость с раками. Данная процедура необходима для удаления пузырьков воздуха из жаберной полости раков в целях предотвращения риска гибели особей, связанного с блокированием поступления растворенного кислорода в жабры.

По результатам акклимации проводили осмотр и выбраковку раков с признаками патологий. Всего для участия в экспериментальных работах было отобрано 127 экз. самок-производителей, которых после карантинного выдерживания отсортировали по размерно-массовым показателям и разместили для совместного преднерестового содержания в УЗВ при температурном режиме воды 15 °С и содержанием растворенного кислорода 14,6 мг/л. Длина тела самок, участвовавших в эксперименте варьировала от 9,8 до 13,6 см (среднее значение $12,4 \pm 1,57$ см), масса – от 33,5 до 66,1 г (среднее значение $58,2 \pm 2,16$ г).

Кормление самок в период преднерестового выдерживания осуществляли кормами животного происхождения (размороженные артемии, дафнии и личинки хирономид); в процессе экспериментального преднерестового выдерживания выделили группу особей, которых постепенно (с увеличением процентной доли добавочного корма) перевели на сухой корм рецептуры «ВНИРО». Однако и у этой группы самок сохранили в рационе животные корма (не более 10 % от общего рациона). Общая суточная норма кормления не превышала 2 % от биомассы особей. Все участвовавшие в эксперименте самки-производители успешно отнерестились – различия в рационах кормления не оказали видимого влияния на эффективность нереста.

Используемая в экспериментальных работах УЗВ состояла из трехуровневой металлическую каркасной конструкции, на каждом уровне которой были размещены по два полипропиленовых лотка (6 шт. всего) шириной – 75 см, высотой – 25 см, длиной – 200 см (высота уровня воды около 20 см). Общий объем используемых лотков – 375 л при рабочем объеме воды 300 л. Нижний ярус включал два сообщающихся лотка (отстойник и биологический фильтр с бактериальной культурой).

Для аквариумного содержания использовали стеклянные аквариумы размером 56 × 25 × 33 см с рабочим объемом воды 40 л. Каждый аквариум был оснащен аэрлифтом AquaReef AF-203 с фильтром, а также укрытиями из расчета не менее 3 укрытий на 1 особь, заменяемыми по мере роста.

Самок-производителей содержали группами в стандартных бассейнах ИЦА-2 с укрытиями. Перед сходом ранней молоди самок разделили на группы информация о которых представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры нерестового содержания самок-производителей длиннопалого рака

Группа	Особенность содержания	Емкость	Количество самок в емкости, экз.
Группа I	Совместное групповое содержание разных самок и их молоди	Лотки УЗВ	9–21
Группа II	Совместное содержание самок с их молодь	Аквариумы	1
Группа III	Самки отделены от сошедшей молоди и друг друга сетным полотном	Садки в УЗВ	1

Группа I была сформирована самками-производителями (от 9 до 21 самок в 1 лотке УЗВ с объемом воды 300 л) содержащимися совместно с сходящей ранней молодь. Лотки оснащали укрытиями для производителей и сошедшей ранней молоди. После завершения схода молоди с самок их отсаживали отдельно. Группа II – самок с икрой содержали в отдельных аквариумах объемом 40 л (по одной самке-производителю в аквариуме). Группа III – самок-производителей размещали в экспериментальной садке, помещенной в лоток УЗВ. Садок был обтянут сетным полотном и разделен на несколько отсеков различной площади (448, 560, 745,6 и 1120 см²). Сходящая с плеопод самок молодь опускалась на дно лотка и больше не контактировала с ними.

Спустя пять суток после схода молоди с самок ее разделили на экспериментальные группы, которые выращивали в аквариумах и лотках УЗВ при разных плотностях посадки и режимах кормления в течение 70 суток.

Аквариумы. После схода молоди в Группе II сформировали 5 групп аквариумов с молодь (по три аквариума в каждой) со схожей начальной средней плотностью посадки (от 173–181 до 313–331 экз., среднее 271 экз./аквариум), но разными рационами кормления. Состав рационов представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры подращивания молоди длиннопалого рака в аквариумах

Группа	Рацион	Плотность посадки, экз./аквариум	Плотность посадки, экз./м ²
Группа А	Сухой корм, артемия	271	1466
Группа Б	Личинки хирономид, артемия	271	1466
Группа В	Сухой корм, личинки хирономид, артемия	271	1466
Группа Г	Сухой корм, дафния, артемия	271	1466
Группа Д	Дафния, личинки хирономид, артемия	271	1466

Кормление осуществляли 2 раза в сутки, чистку емкостей проводили ежедневно с регистрацией случаев гибели особей. Суточную норму кормления давали на уровне не более 10 % от общей биомассы молоди.

УЗВ. Молодь длиннопалого рака, полученную от самок-производителей Групп I и III выращивали в УЗВ. В лотках размещали укрытия для молоди (не менее 3 на 1 экз.) с заменой по мере роста молоди. Сформировали 4 экспериментальных подгруппы (табл. 3), каждая в двух повторностях. Кормление осуществляли 2 раза в сутки, норма кормления составляла не более 10 % от биомассы. Осуществляли ежедневную чистку емкостей от остатков корма, продуктов жизнедеятельности и погибших особей.

На протяжении всего эксперимента регулярно осуществляли тотальный пересчет особей, выборочно измеряли длину и массу. У особей оценивали общую массу (M), которую фиксировали электронными весами с точностью до 0,1 г. Измерение полной длины тела (L) осуществляли линейкой и штангенциркулем с точностью до 1 мм. Математическая обработка полученных данных была выполнена стандартными методами вариационной статистики [7,

8] с использованием программного пакета Statistica ver. 10. Продолжительность эксперимента составила 6 месяцев (от отлова диких производителей до завершения подращивания молоди).

Таблица 3 – Параметры подращивания молоди длиннопалого рака в УЗВ

Подгруппа	Рацион	Плотность посадки, экз./лоток УЗВ	Плотность посадки, экз./м ²
A1	Сухой корм + животный (личинки хирономид, дафния, артемия, гаммарус)	1500	1000
A2	Сухой корм + животный (личинки хирономид, дафния, артемия, гаммарус)	2000	1333
B1	Сухой корм	1500	1000
B2	Сухой корм	2000	1333

Результаты исследования и их обсуждение. *Транспортировка, акклимация и преднерестовое содержание производителей.* Выживаемость самок при транспортировке составила 100 %. Установлено отсутствие различий в эффективности между двумя способами акклимации самок. Предварительное (карантинное) содержание самок длилось 8–13 суток; выживаемость за этот период составила 100 %. В период выдерживания единично выявляли особей с признаками ржаво-пятнистой болезни (всего 6 экз.), которых оперативно отсаживали в карантинные аквариумы. В период преднерестового выдерживания 11 самок (8,7 % от общего числа) сбросили икру, прервав инкубацию.

В ходе экспериментальных работ была отмечена схожая результативность нереста при различных вариантах выдерживания производителей (индивидуальное и групповое с разными плотностями посадки). В целом для удобства обслуживания можно рекомендовать индивидуальное содержание самок-производителей перед сходом ранней молоди, что обеспечит лучший контроль оптимального режим кормления и процесса нереста в целом. В качестве минимальной рабочей площади для индивидуального нерестового содержания самок-производителей длиннопалого рака достаточно 448 см². После схода молоди с плеопод самок рекомендуется отсаживать для исключения каннибализма, что уже было отмечено нами ранее [9].

Получение молоди длиннопалого рака. Первые экземпляры сходящей молоди отметили 26.05.2025, последние – 10.06.2025; пик схода пришелся на 30.05–05.06.2025. В данный период температура воды составляла 25,2–25,7 °С. В течение этих 7 суток произошел сход молоди с 75,9 % самок. Во всех трех группах по способу содержания молодь сходила с одинаковой интенсивностью. В период схода молоди у самок наблюдалась низкая поедаемость кормов, поэтому их внесение было прекращено.

Молодь получена от 108 самок из изначально отобранных 127 (8 исключены с признаками ржаво-пятнистой болезни, 11 – сбросили икру). Плодовитость самок варьировала от 148 до 332 экз., в среднем составив 207 ± 11 экз.

В период схода молоди и сразу после него самки не проявляли агрессии в отношении молоди и друг друга (при совместном содержании). Вместе с тем сразу после схода самок отсаживали отдельно. Через несколько дней самки начали питаться. Прекращение питания самок в период схода молоди и первые дни после него, по всей видимости, является приспособительным механизмом, обеспечивающим защиту ранней молоди от хищничества и может рассматриваться как форма заботы о потомстве.

Отсаженных самок содержали совместно в бассейнах ИЦА-2 с укрытиями. После завершения первой линьки производители были пересажены в пруд с естественной кормовой базой. Выживаемость на момент окончания наблюдений составила 80,5 %.

Подращивание молоди длиннопалого рака в аквариумах. После схода ранней молоди с самок провели ее учет путем секторного фотографирования. Анализ показал схожие

результаты для особей всех групп выдерживания.

Анализ динамики выживаемости по контрольным точкам мониторинга при разных рационах показал схожие тренды: на первых этапах выращивания выживаемость ранней молоди резко сокращалась, позднее смертность снижалась и стабилизировалась (рис. 1). Данный факт, в том числе, может быть связан со снижением плотности посадки.

Анализ итоговой выживаемости за весь период эксперимента позволил выделить две группы: с низкой выживаемостью 5,5 и 6,4 % (Группы Б и Д соответственно) и три группы с более высокой выживаемостью 9,7, 10,6 и 12,2 % (Группы А, В и Г). Серия статистических анализов с использованием критерия Фишера подтвердила достоверность имеющихся различий.

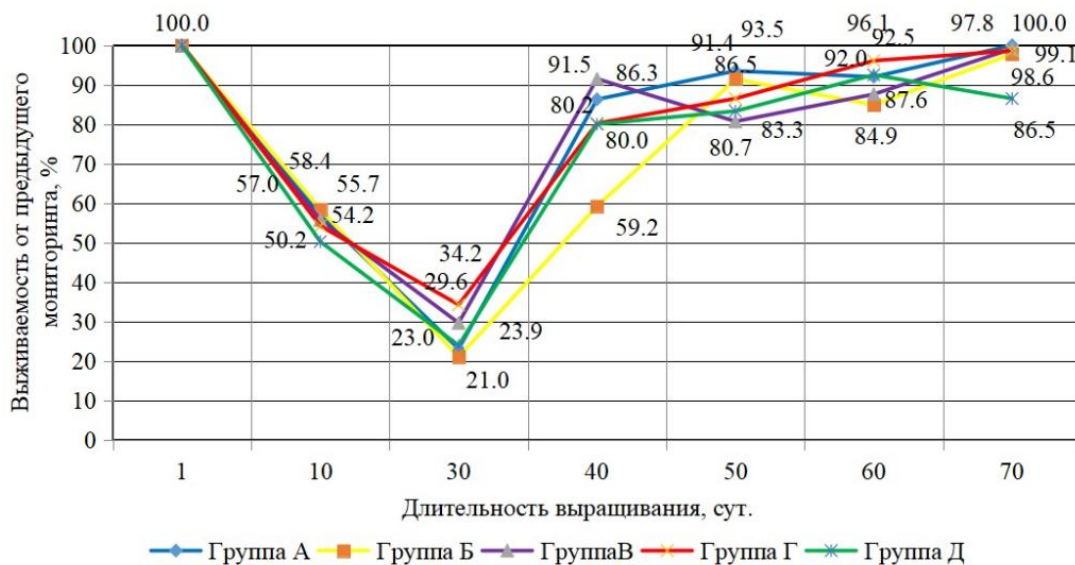


Рисунок 1 – Динамика выживаемости (по контрольным точкам мониторинга) молоди длиннопалого рака при выращивании в аквариумах

Вероятной причиной более высокой выживаемости особей Групп А, В, Г может служить наличие в рационе сухого корма, который (в том числе за счет растительных компонентов) более сбалансирован и полнее отвечает физиологическим потребностям молоди длиннопалого рака [10].

Данные о темпах роста молоди представлены на рисунках 2, 3.

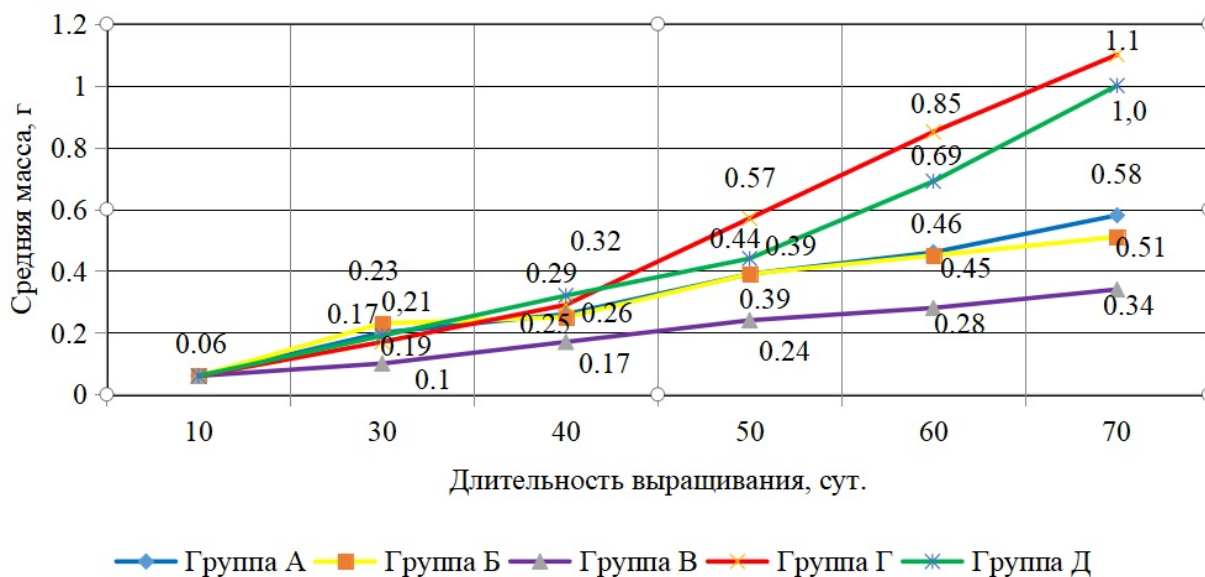


Рисунок 2 – Средняя масса молоди длиннопалого рака при выращивании в аквариумах

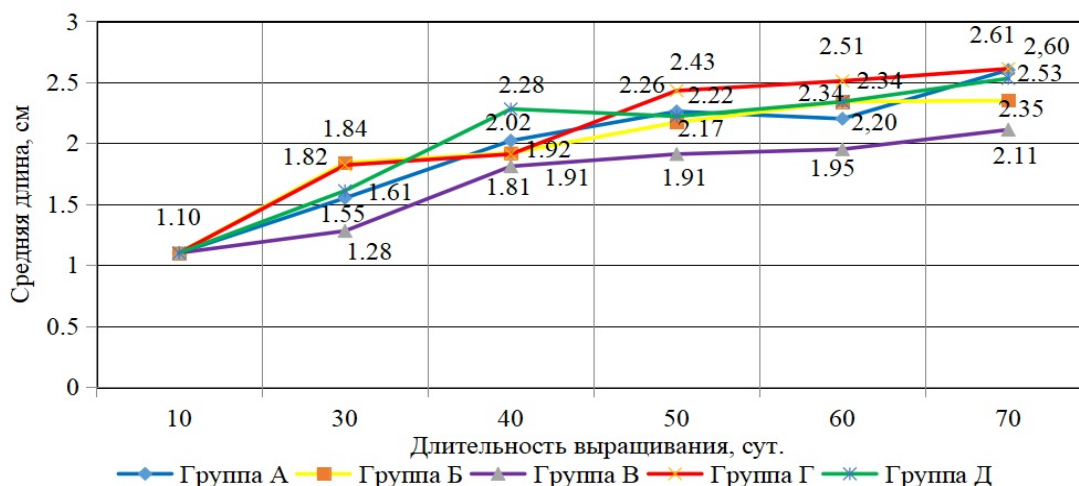


Рисунок 3 – Средняя длина молоди длиннопалого рака при выращивании в аквариумах

Анализ линейно-массовых показателей особей разных групп выявил доминирующие средние значения длины у особей Групп Г и Д; при этом в числе лидеров по средним значениям длины наряду с ними выступает молодь Группы А. Важно отметить, что из указанных трех групп только для Группы Д не характерно наличие сухого корма в рационе. Таким образом, анализ выживаемости и темпов роста ранней молоди длиннопалого рака указывает на необходимость включения в рацион как животных кормов, так и сухого корма с растительными компонентами. Наилучшие результаты – сочетание высокой выживаемости и высоких темпов роста – характерны для особей Группы Г, рацион которых включал сухой корм, дафнию и артемию.

Подращивание молоди длиннопалого рака в УЗВ. Результаты анализа динамики выживаемости молоди, содержащейся в УЗВ, демонстрируют наличие в целом схожих трендов для всех групп эксперимента [11]. При этом в отдельные этапы выращивания у особей Группы А отмечены более высокие показатели выживаемости относительно особей Группы Б (рис. 4).

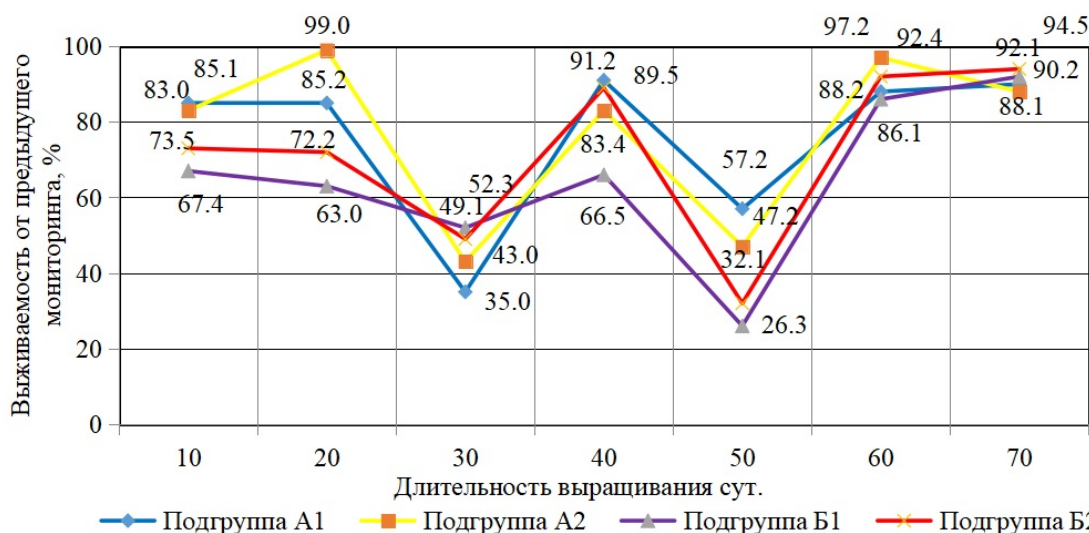


Рисунок 4 – Динамика выживаемости (по контрольным точкам мониторинга) молоди длиннопалого рака при выращивании в УЗВ

Итоговая выживаемость особей за период наблюдения в Группе Б варьировала от 16 до 18 %, в Группе А – от 26 до 29 %. Таким образом, при выращивании в УЗВ наибольшая выживаемость характерна для молоди с комбинированным рационом (животный корм + сухой корм), что согласуется с результатами выращивания в аквариумах. Вместе с тем выращивание

исключительно на сухом корме также возможно, однако с меньшей результативностью. Данные о темпах роста молоди представлены на рисунках 5, 6.

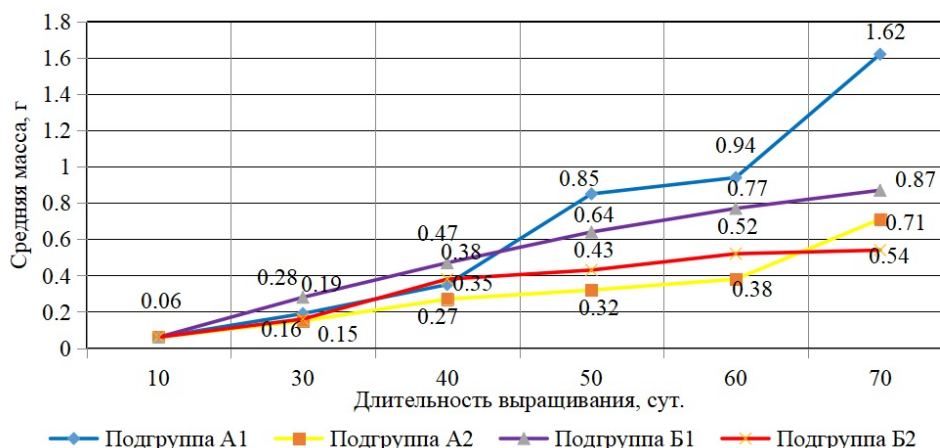


Рисунок 5 – Средняя масса молоди длиннопалого рака при выращивании в УЗВ

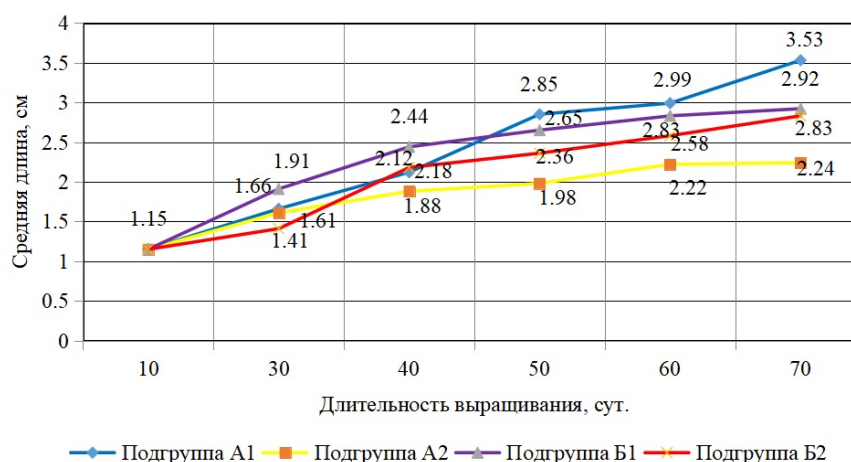


Рисунок 6 – Средняя длина молоди длиннопалого рака при выращивании в УЗВ

Наилучшие темпы роста характерны для особей Подгрупп А1 и Б1, которые различались режимами кормления, но имели одинаковую стартовую плотность посадки (1000 экз./м²). Статистический анализ подтвердил достоверность различий между группами с разной плотностью посадки, что свидетельствует о большей эффективности плотности посадки 1-суточной молоди 1500 экз./лоток (1000 экз./м²) по сравнению с 2000 экз./лоток (1333 экз./м²). С учетом данных о выживаемости и темпах роста наилучшие показатели характерны для Подгруппы А1 (комбинированное кормление, меньшая плотность посадки).

Сопоставление полученных результатов с данными по аквариумному выращиванию подтверждает эффективность комбинированного рациона. При этом отмечена более высокая результативность при выращивании в УЗВ. В эксперименте условия выращивания в аквариумах и УЗВ различались по следующим параметрам: плотность посадки, режим и рацион кормления, высота водяного столба в емкости.

Как показывают результаты предыдущих исследований, более высоких темпов роста и выживаемости можно достичь при переводе подрощенной в УЗВ молоди на выращивание в пруды. При высадке в прудовые садки молоди со средней длиной $2,4 \pm 0,23$ см и массой $0,7 \pm 0,16$ г за 93 суток прудового выращивания удастся достичь прироста длины на 113 % и массы на 590 % при оптимальной плотности посадки 44 экз./м² [11].

Подращивание 40-суточной молоди длиннопалого рака в условиях аквариального комплекса при плотности посадки 50 экз./м² в течение 93 суток позволило получить среднюю длину $4,3 \pm 0,16$ см и массу $3,8 \pm 0,27$ г (при средних значениях в садках $5,1 \pm 0,21$ см и $4,8 \pm$

0,41 г соответственно). За 93 суток выращивания молоди в аквариумах общая выживаемость составила 37,3 % (в садках общая выживаемость составила 45,4 %, при оптимальной плотности посадки – 62,5 %) [11].

Выводы. По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

После транспортировки с места вылова, в процессе перевода самок-производителей длиннопалого рака из воздушной среды в водную одинаково эффективны как метод капельного добавления воды, так и последовательного погружения/извлечения самок в воду.

Во время преднерестового выдерживания самок-производителей с развивающейся икрой на плеоподах возможно как индивидуальное, так и групповое содержание, которое не оказывает негативного эффекта на эффективность последующего нереста.

Минимальная необходимая площадь для индивидуального содержания одной самки-производителя составляет 448 см², применение большей площади нецелесообразно.

В период преднерестового выдерживания имеющиеся различия в объектах питания самок-производителей длиннопалого рака (разные объекты животных кормов, наличие в рационе сухого корма «ВНИРО», соотношение кормовых объектов) не повлияли на результативность нереста.

Отмечено, что в периоды преднерестового и постнерестового содержания возможно кормление производителей как кормами животного происхождения, так и специализированным комбикормом рецептуры «ВНИРО» (при условии предварительного постепенного перевода особей на комбикорм).

Во время экспериментальных работ не зафиксированы случаи поедания самками собственной молоди, вместе с тем рекомендуется отсаживать самок от молоди после ее полного схода с плеопод. Во время нереста кормление самок-производителей нецелесообразно ввиду низкой поедаемости корма.

Оптимальный рацион молоди длиннопалого рака включает животные корма (дафния, артемия, хирономиды, гаммарус) с добавлением сухого корма с растительными компонентами. Наилучшие результаты (выживаемость 12,2 % в аквариумах и 26–29 % в УЗВ) достигнуты при комбинированном кормлении.

Выращивание молоди исключительно на сухих кормах возможно, однако с меньшей результативностью (выживаемость 16–18 % в УЗВ).

При содержании молоди в УЗВ наибольшую эффективность показала плотность посадки 1000 экз./м², обеспечившая достоверно более высокие темпы роста по сравнению с 1333 экз./м².

В целом результаты исследований подтверждают перспективность искусственного выращивания длиннопалого рака. В качестве оптимального технологического решения рекомендован комбинированный метод: получение и начальное подращивание молоди в контролируемых условиях УЗВ с последующей высадкой для дорастивания в прудовые садки при плотности не более 44 экз./м². Особого внимания заслуживает формирование ремонтно-маточных стад и их селекция для получения особей с более высокой выживаемостью и темпами роста и сниженным уровнем агрессивности и каннибализма.

Благодарности. Авторы статьи выражают благодарность сотрудникам Южного филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («Южный»), оказавшим содействие в выполнении данного исследования.

Список использованной литературы:

1. Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 218 с.
2. Holdich D.M., Black J. The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK // Aquatic Invasions. 2007. Vol. 2. № 1. P. 1–15. DOI: 10.3391/ai.2007.2.1.1.
3. Пономарев С.В., Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе. М.: Колос, 2009.

312 с.

4. Reynolds J.D., Holdich D.M. (ed.). Growth and reproduction // *Biology of Freshwater Crayfish*. Oxford: Blackwell Science, 2002, pp. 152–191.
5. Ухин В.И., Мамаев А.В. Биотехника выращивания раков в условиях УЗВ // *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. 2018. № 5. С. 54–59.
6. Павлюк А.А., Сергеева С.Г., Белоусов В.Н., Полин А.А., Стригунов А.М. Результаты экспериментального получения и выращивания молоди длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) в промышленных условиях // *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2026. Т. 9. № 2. С. 58–76. DOI: 10.47921/2619-1024_2026_9_2_58.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
8. Животовский Л.А. Популяционная биометрия. М.: Наука, 1991. 271 с.
9. Кузнецов В.К., Шрамко Т.Д., Полин А.А. Преднерестовое выдерживание и нерест длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 в искусственных условиях // *Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: Материалы XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов: сборник научных тезисов (Мурманск, 09–10 октября 2025 года)*. М., 2025. С. 78–80.
10. Смирнов А.Н., Глухов В.П. Комбикорма для объектов аквакультуры: современные тенденции. М.: ВНИРО, 2020. 168 с.
11. Полин А.А. Садковое подращивание молоди длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 в пруду научного центра аквакультуры «Взморье» (Ростовская область) // *Вестник Керченского государственного морского технологического университета*. 2025. № 4. С. 41–49.

References:

1. Bogatov V.V. *Ekologiya rechnykh soobshchestv rossiyskogo Dal'nego Vostoka* [Ecology of river communities of the Russian Far East]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 1994, 218 p. (In Russian).
2. Holdich D.M., Black J. The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK. *Aquatic Invasions*, 2007, vol. 2, no. 1, pp. 1–15. (In English). DOI: 10.3391/ai.2007.2.1.1.
3. Ponomarev S.V., Ivanov D.I. *Osetrovodstvo na intensivnoy osnove* [Intensive sturgeon farming]. Moscow, Kolos Publ., 2009, 312 p. (In Russian).
4. Reynolds J.D., Holdich D.M. (ed.). Growth and reproduction. *Biology of Freshwater Crayfish*, Oxford, Blackwell Science, 2002, pp. 152–191. (In English).
5. Ukhin V.I., Mamaev A.V. *Biotehnika vyrashchivaniya rakov v usloviyakh UZV* [Biotechnology of crayfish rearing in recirculating aquaculture systems]. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo* [Fish farming and the Fishing industry], 2018, no. 5, pp. 54–59. (In Russian).
6. Pavlyuk A.A., Sergeeva S.G., Belousov V.N., Polin A.A., Strigunov A.M. Rezul'taty eksperimental'nogo polucheniya i vyrashchivaniya molodi dlinnopalogo raka *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) v industrial'nyh usloviyah [Results of experimental production and rearing of juvenile narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) under industrial conditions]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2026, vol. 9, no. 2, pp. 58–76. (In Russian). DOI: 10.47921/2619-1024_2026_9_2_58.
7. Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1990. 352 p. (In Russian).
8. Zhivotovskiy L.A. *Populyatsionnaya biometriya* [Population biometrics]. Moscow, Nauka Publ., 1991, 271 p. (In Russian).
9. Kuznetsov V.K., Shramko T.D., Polin A.A. Prednerestovoe vyderzhivanie i nerest dlinnopalogo raka *Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 v iskusstvennyh usloviyah [Pre-spawning maintenance and spawning of the narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 under artificial conditions]. *Materialy 13 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenykh i specialistov «Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya rybohozyajstvennogo kompleksa»* [Proceedings of the 13th International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists “Modern Problems and Development

- Prospects of the Fisheries Complex”]. Moscow, 2025, pp. 78–80. (In Russian).
10. Smirnov A.N., Glukhov V.P. *Kombikorma dlya ob'yektov akvakul'tury: sovremennyye tendentsii* [Compound feeds for aquaculture species: current trends]. Moscow, VNIRO Publ., 2020, 168 p. (In Russian).
 11. Polin A.A. Sadkovoye podrashchivaniye molodi dlinnopalogo raka *Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 v prudu nauchnogo tsentra akvakul'tury «Vzmor'ye» (Rostovskaya oblast') [Cage rearing of juvenile narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 in a pond at the Vzmoreye Aquaculture Research Center (Rostov Region)]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Maritime Technological University], 2025, no. 4, pp. 41–49. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Полин Антон Алексеевич	канд. биол. наук, начальник центра аквакультуры Южного филиала Государственного научного центра Российской Федерации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» 344002, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21 В polin_a_a@mail.ru
Polin Anton Alekseevich	Ph.D. (Biology), Head of the Aquaculture Center of the South Branch of the State Scientific Center of the Russian Federation the Federal State Budgetary Scientific Institution “Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography” 344002, Rostov Region, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21B polin_a_a@mail.ru
Самойлова Виорика Сергеевна	специалист лаборатории технологий и регулирования аквакультуры Южного филиала Государственного научного центра Российской Федерации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» 344002, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21 В samoylovavs@azniir.kh.vniro.ru
Samoilova Viorika Sergeevna	Specialist at the Laboratory of Aquaculture Technologies and Regulation, Southern Branch of the State Research Center of the Russian Federation Federal State Budgetary Scientific Institution “Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography” 344002, Rostov Region, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21B samoylovavs@azniir.kh.vniro.ru
Стригунов Алексей Михайлович	специалист сектора ихтиопатологии Южного филиала Государственного научного центра Российской Федерации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» 344002, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21В strigunovam@azniir.kh.vniro.ru
Strigunov Aleksey Mikhailovich	Specialist in ichthyopathology sector Southern Branch of the State Research Center of the Russian Federation Federal State Budgetary Scientific Institution “Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography” 344002, Rostov Region, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21B strigunovam@azniir.kh.vniro.ru

УДК 504.064.47

Сытник Н.А.

**РАЗРАБОТКА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ:
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И РЕГИОНАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ**

Аннотация. В статье рассматривается проблема выбора рациональных технологических решений для переработки органической составляющей твёрдых коммунальных отходов. Предложена авторская многокритериальная система оценки, включающая пять укрупнённых блоков показателей: критерии безопасности, технологические параметры, экономические показатели, экологическая нагрузка и характеристики конечной продукции. Описана методика нормализации исходных данных, назначения весовых коэффициентов и расчёта интегрального рейтинга. Проведён сравнительный анализ трёх технологических схем – анаэробного сбраживания, компостирования и пиролиза. Установлено, что пиролиз имеет наибольший интегральный показатель, однако его применение в условиях Российской Федерации ограничено отсутствием развитых рынков сбыта для продуктов переработки. Обоснована целесообразность комбинирования различных технологических подходов с учётом региональных особенностей. Сформулированы практические рекомендации по выбору технологий для различных природно-климатических зон страны.

Ключевые слова: органические отходы, твёрдые коммунальные отходы, многокритериальная оценка, переработка отходов, анаэробное сбраживание, компостирование, пиролиз, региональное планирование, экономика замкнутого цикла.

Sytnik N.A.

**DEVELOPMENT OF A MULTI-CRITERIA ASSESSMENT SYSTEM FOR THE
EFFICIENCY OF ORGANIC WASTE PROCESSING TECHNOLOGIES:
COMPARATIVE ANALYSIS AND REGIONAL ADAPTATION**

Abstract. The article substantiates the necessity of transitioning from landfill disposal to industrial processing of the organic fraction of municipal solid waste. An author's multi-criteria assessment system is presented, comprising five blocks of indicators: safety, technological suitability, economic viability, environmental load, and consumer properties of products. The methodology for normalization and weighting of criteria with the calculation of an integral rating is described. A comparative analysis of anaerobic digestion, composting, and pyrolysis was conducted. It is shown that the highest integral rating belongs to pyrolysis, however, its application is limited by the lack of developed sales markets and significant capital costs. The expediency of combining different technological approaches, taking into account regional characteristics, is substantiated. Practical recommendations for territorial binding of technological solutions are proposed.

Keywords: organic waste, municipal solid waste, multi-criteria assessment, waste processing, anaerobic digestion, composting, pyrolysis, regional planning, circular economy.

Введение. В общей массе твёрдых коммунальных отходов (ТКО), образующихся на территории Российской Федерации, органическая фракция занимает доминирующее положение. По данным отраслевых исследований, её удельный вес колеблется в пределах от 30 до 50 процентов в зависимости от времени года, типа жилой застройки и уровня социально-экономического развития конкретного населённого пункта. К органической фракции относят пищевые остатки, растительные отходы, бумагу, картон, древесные включения и иные биоразлагаемые материалы [1, 2].

Существующая практика обращения с ТКО в Российской Федерации до настоящего времени сохраняет преимущественную ориентацию на полигонное захоронение. При этом органическая составляющая, попадая на полигоны, инициирует сложные биохимические

процессы анаэробного разложения, сопровождающиеся образованием свалочного газа, в составе которого метан может достигать 50–60 процентов. Метан, как известно, является мощным парниковым газом – его потенциал глобального потепления в 25 раз превышает аналогичный показатель углекислого газа. Одновременно в теле полигона формируется фильтрат – высокотоксичная жидкость, содержащая тяжёлые металлы, органические загрязнители и патогенные микроорганизмы, которая при отсутствии должной гидроизоляции проникает в грунтовые воды и почву [3, 4].

Таким образом, захоронение органических отходов на полигонах сопряжено не только с безвозвратной потерей ценного вторичного ресурса, но и с долговременными негативными последствиями для состояния окружающей среды. Переход к экономике замкнутого цикла, провозглашённый в качестве стратегического направления развития Российской Федерации, предполагает максимальное вовлечение отходов в хозяйственный оборот и существенное сокращение объёмов захоронения [1, 5].

Современная наука и техника предлагают широкий спектр технологических решений для переработки органической фракции отходов. Наибольшее распространение в мировой практике получили три основных направления: анаэробное сбраживание, позволяющее получать биогаз для выработки тепловой и электрической энергии; аэробное компостирование, обеспечивающее производство органического удобрения; и термическое разложение в среде с ограниченным доступом кислорода – пиролиз, продуктами которого являются твёрдое, жидкое и газообразное топливо [6, 7, 8]. Каждая из перечисленных технологий имеет свои достоинства и ограничения, а выбор оптимального варианта представляет собой сложную многокритериальную задачу.

Особенность Российской Федерации состоит в исключительном разнообразии природно-климатических условий: от умеренного климата центральных областей до суровых арктических территорий и резко континентального климата Сибири и Дальнего Востока. Кроме того, регионы существенно дифференцированы по плотности населения, уровню промышленного развития, структуре сельского хозяйства и доступности рынков сбыта продуктов переработки [9, 10]. В этих условиях любое технологическое решение, эффективное в одном регионе, может оказаться несостоятельным в другом. Универсального подхода не существует, что объективно требует разработки инструментария, позволяющего учитывать всю совокупность факторов при принятии управленческих решений.

В зарубежной практике для обоснования выбора технологий переработки отходов активно применяются методы оценки жизненного цикла, многокритериального анализа и концепция наилучших доступных технологий [11, 12]. Однако прямой перенос этих подходов на российские условия затруднён вследствие различий в нормативно-правовой базе, структуре отходов и экономических условиях. Разработка системы критериев, ориентированной на российские условия, будет способствовать как привлечению частных инвестиций в переработку органических отходов, так и выработке согласованных регуляторных механизмов в данной сфере на государственном уровне.

Цель исследования – создание научно обоснованного инструментария для многокритериальной оценки технологий, применимых к переработке органической фракции ТКО в различных регионах страны с учётом их климатических, экономических и инфраструктурных особенностей.

Материалы и методы исследования. Для сравнительного анализа были отобраны три технологические схемы, наиболее часто применяемые в проектах по переработке органических отходов на территории РФ. Первая – анаэробное сбраживание, ориентированное на получение биогаза и стабилизированного осадка (дигестата). Вторая – компостирование, представляющее собой аэробный процесс биологического окисления органического вещества. Третья – пиролиз, заключающийся в термическом разложении органических фракций в среде без доступа кислорода. По каждой из этих технологий анализировались и систематизировались количественные данные, характеризующие различные стороны их функционирования.

Результату данной научной работы предшествовал анализ отечественной и зарубежной нормативно-правовой базы [1, 17, 18], научных публикаций, содержащих результаты экспериментов и данные эксплуатационных наблюдений [6, 8, 9, 13, 14], а также технико-экономических справочников и паспортных данных оборудования [15, 16].

Для оценки эффективности технологий была сформирована система критериев на основе системного подхода: каждый включаемый показатель должен быть измеримым и проверяемым для последующего проведения сравнительной оценки технологий переработки. В результате была принята структура из пяти блоков, каждый из которых отвечает за свой аспект оценки: безопасность, технологическую пригодность, экономическую эффективность, воздействие на окружающую среду и потребительские свойства готовой продукции.

Методика сравнительного анализа разбита на шесть последовательных этапов, представленных на рисунке 1.

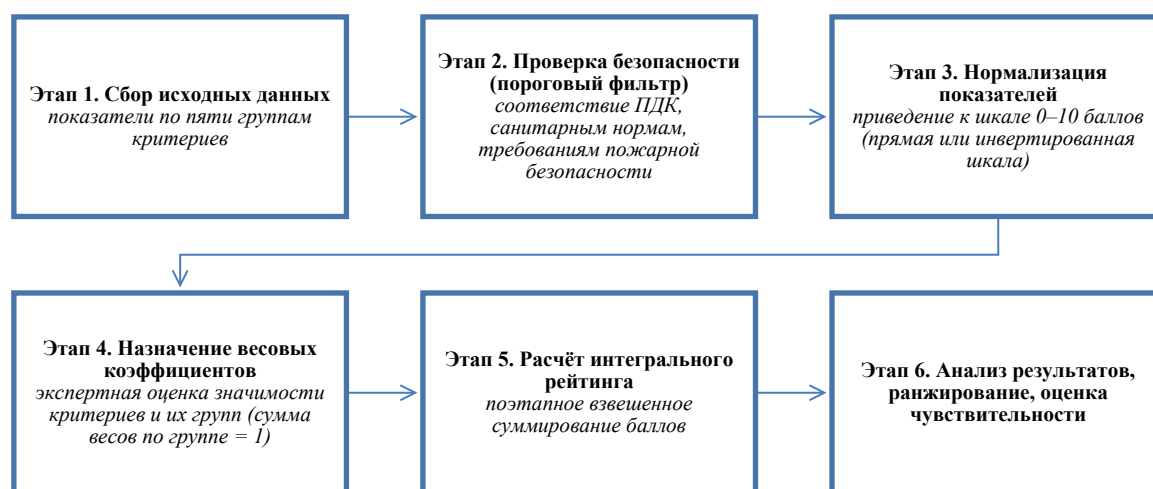


Рисунок 1 – Обобщённая схема многокритериальной оценки технологий переработки органических отходов

На первом этапе осуществляется сбор исходных данных и проверка их достоверности.

На втором этапе проводится фильтрация альтернатив по критериям безопасности – технологии, не обеспечивающие соблюдения предельно допустимых концентраций вредных веществ в продуктах переработки, почве, воздухе рабочей зоны или водных объектах, а также не гарантирующие полного обеззараживания от патогенной микрофлоры и исключения наличия жизнеспособных яиц и личинок гельминтов в конечной продукции, исключаются из дальнейшего рассмотрения. Проверка соответствия нормативам осуществлялась в соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [17] и ГОСТ Р 55571-2013 [18]. Это позволяет с самого начала отсеять заведомо неприемлемые варианты.

На третьем этапе выполняется нормализация показателей – приведение их к безразмерной шкале от нуля до десяти баллов. Для показателей, рост которых оценивается положительно (выход продукта, цена реализации), применяется прямая шкала; для показателей, снижение которых предпочтительно (затраты, выбросы, потребление ресурсов), используется инвертированная шкала.

Четвертый этап оценки был нацелен на определение весовых коэффициентов методом экспертных оценок путем парного сравнения. Для показателей как внутри блоков, так и в целом для каждого блока были определены весовые коэффициенты, впоследствии нормированные к единице для корректного взвешенного суммирования.

Расчет интегрального рейтинга проводился путем определения балла по каждому блоку как взвешенная сумма нормализованных значений его критериев. Последующее суммирование всех блоков с учетом весов определило общий рейтинг технологии.

На заключительном этапе анализировались полученные результаты и проводилась проверка их устойчивости к изменениям весов, что было необходимым для обоснования надежности выводов.

Результаты исследования и их обсуждение. Сравнительный анализ трёх технологических схем – анаэробного сбраживания, компостирования и пиролиза, проводимый с использованием системы критериев, на первоначальном этапе показал соответствие рассматриваемых вариантов требованиям безопасности. Это определило дальнейшую целесообразность исследований по ключевым группам показателей.

Технологические параметры. Анализ технологий переработки органических отходов в данном блоке строился на сравнении ключевых показателей технологических процессов (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели технологических параметров исследуемых способов переработки

Показатель	Анаэробное сбраживание	Компостирование	Пиролиз
Продолжительность цикла, суток	15–40	30–90	2–4
Температурный режим, градусов Цельсия	35–55	20–60	300–500
Глубина переработки, процентов	60–70	50–65	85–95
Необходимость предварительной сортировки	высокая	средняя	низкая
Уровень автоматизации процесса	высокий	низкий	высокий
Нормализованный технологический балл	7,2	5,8	8,1

Анализ технологий переработки показал преимущественное лидерство пиролиза по таким технологическим параметрам, как продолжительность цикла, глубина переработки и невысокие требования к предварительной сортировке. Однако высокотемпературный процесс переработки приводит к большим энергозатратам.

Положительные стороны компостирования представлены минимальными затратами к подготовке сырья, но относительно высокая продолжительность процесса переработки наряду со слабой автоматизацией процесса управления снижают привлекательность технологии.

Промежуточное положение по большинству параметров заняла технология анаэробного сбраживания.

Экономические показатели. Экономическая привлекательность – важный критерий при выборе технологии переработки. Экономическую целесообразность вариантов оценивали по четырём параметрам: капитальные затраты, эксплуатационные расходы, срок окупаемости и ценовые позиции продукции (табл. 2).

По финансовым показателям компостирование выигрывает: меньше всего начальных вложений и эксплуатационных затрат, быстрее возврат средств. Но по другим критериям технология уступает конкурентам – это учтено при расчёте интегральных рейтингов.

Оценка воздействия на окружающую среду. Предлагаемые решения различаются не только с технической и экономической точек зрения, но и с точки зрения характера и масштабов воздействия на окружающую среду. Комплексная оценка нагрузки на окружающую среду необходима для выявления потенциальных рисков, в частности связанных

с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, потреблением воды и образованием отходов. По мере усиления природоохранного законодательства и перехода к наилучшим доступным технологиям экологические критерии приобретают все большее значение при выборе решений. В этом исследовании экологический блок охватывал пять показателей: выбросы парниковых газов, потребление воды, образование фильтрата, количество твердых остатков и интенсивность выбросов пахучих соединений. Дифференциация технологий по экологической безопасности представлена в таблице 3.

Таблица 2 – Экономические показатели альтернативных технологических схем

Показатель	Анаэробное сбраживание	Компостирование	Пиролиз
Капитальные затраты, млн. руб.	15–30	5–10	15–25
Эксплуатационные затраты, рублей на тонну сырья	800–1300	400–600	1200–1800
Срок окупаемости, лет	6–8	3–5	5–7
Стоимость основного продукта, рублей за единицу	5–8 (за м ³ газа)	2–4 (за кг компоста)	10–15 (за кг биоугля)
Приведенный экономический балл	4,1	7,6	5,3

Таблица 3 – Экологические характеристики технологий

Показатель	Анаэробное сбраживание	Компостирование	Пиролиз
Выбросы углекислого газа, кг/т	50–80	100–150	30–60
Водопотребление, м ³ /т	0,05	0,20	0,00
Образование фильтрата	минимальное	умеренное	отсутствует
Остаточные отходы, процентов от массы сырья	30–40	35–50	5–15
Интенсивность пахучих выбросов	низкая	средняя или высокая	низкая
Нормализованный экологический балл	6,5	3,2	7,8

Таблица 3 показывает: наиболее экологичен пиролиз – минимум парниковых выбросов, жидких стоков и фильтрата нет вовсе, твёрдые остатки не превышают 15% исходной массы сырья. Полной противоположностью выступает компостирование: максимальные выбросы углекислого газа, высокое водопотребление и присутствие в выбросах дурнопахнущих веществ, что особенно важно при размещении объектов вблизи жилой застройки.

Анаэробное сбраживание оказывается между двумя крайними вариантами; его главное экологическое преимущество – герметичность реакторов, обеспечивающая надёжное обеззараживание отходов и сдерживание распространения пахучих соединений.

Анализ потребительских качеств получаемой продукции. Экономическая эффективность технологий переработки органических отходов в значительной степени зависит от потребительских свойств конечной продукции – её качества, востребованности на рынке и условий хранения, которые определяют не только ценовую политику, но и логистику сбыта. В рамках данного блока оценивались вид и качество продукции, её выход на тонну переработанного сырья, срок хранения, наличие сертификации и уровень рыночного спроса в региональном разрезе. Оценка потребительских свойств и рыночных перспектив конечных продуктов переработки представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Продуктовые показатели рассматриваемых альтернатив*

Показатель	Анаэробное сбраживание	Компостирование	Пиролиз
Основной продукт	биогаз, дигестат	компост	биоуголь, масло
Выход на тонну сырья	80–120 (м³ газа)	500–600 (кг)	250–350 (кг биоугля)
Качество продукта	высокое	среднее	высокое
Срок хранения, месяцев	не ограничен (газ)	6–12	более 36
Рыночная востребованность	высокая	средняя	низкая
Наличие стандартизации	технические условия производителя	ГОСТ Р 55571- 2013 [18]	технические условия производителя
Нормализованный продуктовый балл	8,0	6,5	7,2

*Примечание к таблице 4. Для анаэробного сбраживания и пиролиза специализированные национальные стандарты, регламентирующие требования к качеству конечной продукции (биогаз, биоуголь, пиролизное масло), в настоящее время отсутствуют. Производство и реализация указанных продуктов осуществляются в соответствии с техническими условиями, разрабатываемыми предприятиями-изготовителями. Для компоста из твёрдых коммунальных отходов действует национальный стандарт ГОСТ Р 55571-2013 «Удобрения органические на основе твердых бытовых отходов. Технические условия» [18], устанавливающие требования к токсикологическим, ветеринарно-санитарным, агрохимическим показателям, а также нормы содержания тяжёлых металлов, патогенных микроорганизмов и механических включений.

В продуктовом блоке лидирует анаэробное сбраживание: биогаз востребован в энергетике, дигестат идёт на удобрения. Пиролиз уступает из-за узкого сбыта биоугля и пиролизного масла, требующих особой инфраструктуры и потребительской культуры. Компостирование при хорошем выходе продукта теряет баллы из-за ограничений на применение компоста из ТКО в сельском хозяйстве – сказывается риск накопления тяжёлых металлов.

Весовые коэффициенты групп критериев определялись экспертным опросом методом парных сравнений. Наибольший вес (0,35) – у экономических критериев как определяющих инвестиционную привлекательность. Технологические и экологические критерии получили по 0,25 – так отражён баланс производственной эффективности и экологической безопасности, заложенный в концепции НДТ. Меньше всего (0,15) у продуктового блока: его показатели во многом зависят от технологических и экономических параметров. Качество продукции определяется глубиной переработки и соблюдением режимов, а коммерческая ценность уже учтена через доходность. К тому же для ряда продуктов (биоуголь, пиролизное масло, белковая мука) устойчивый платёжеспособный спрос в России пока не сложился, поэтому прогнозировать их рыночную судьбу сложнее, чем оценивать прямые затраты.

Интегральный рейтинг каждой технологии рассчитывался как средневзвешенная сумма баллов по четырём блокам по формуле 1:

$$S_{итог} = \sum_{k=1}^4 (S_{блок,k} \times W_k), \quad (1)$$

где S – нормализованный балл по блоку k ;

W_k – весовой коэффициент соответствующего блока (сумма $W_k = 1$).

В формуле 1 суммирование ограничено четырьмя блоками, которые непосредственно участвуют в расчёте итогового рейтинга: технологическим, экономическим, экологическим и продуктовым. Блок безопасности в этом суммировании не участвует, поскольку его роль на втором этапе методики была иной – он служил своеобразным «фильтром». Если технология не соответствовала нормативам по токсикологическим, радиационным, эпидемиологическим или противопожарным показателям, она исключалась из дальнейшего рассмотрения, какие

бы высокие оценки она ни получала по остальным группам. Такой порядок отражает базовый принцип отечественного нормативного регулирования: безопасность – это безусловное требование, и ни экономическая эффективность, ни технологическое совершенство не могут служить основанием для его смягчения.

Итоговые значения интегральных рейтингов для трёх технологий сведены в таблицу 5. Как видно из представленных данных, наивысший результат – 6,84 балла – получен для пиролиза. Эта технология выигрывает за счёт максимальной глубины переработки сырья, минимального экологического следа и высокого качества конечной продукции. На втором месте с 6,07 балла – анаэробное сбраживание; оно уступает пиролизу по технологическим и экологическим параметрам, но опережает его по востребованности полученных продуктов. Замыкает рейтинг компостирование (5,71 балла) – главным образом из-за экологических недостатков и более низких потребительских свойств получаемого продукта.

Таблица 5 – Сравнительная оценка технологий по интегральному рейтингу

Технология	Технологический балл	Экономический балл	Экологический балл	Продуктовый балл	Интегральный рейтинг
Анаэробное сбраживание	7,2	4,1	6,5	8,0	6,07
Компостирование	5,8	7,6	3,2	6,5	5,71
Пиролиз	8,1	5,3	7,8	7,2	6,84

Разумеется, полученные рейтинги не следует абсолютизировать. Они отражают расчётную картину, которая строится на ряде предположений, и каждое из них может оказаться уязвимым. Возьмём, к примеру, пиролиз: он занял лидирующую позицию, но лишь при условии, что биоуголь и пиролизное масло будут востребованы на рынке. Продукты эти, без сомнения, обладают ценными свойствами, позволяющими использовать их как топливо или сырьё. Однако в российских реалиях устойчивый спрос на них ещё не сформировался, и едва ли можно с уверенностью прогнозировать его объёмы на ближайшую перспективу. Это значит, что пиролиз – скорее перспективный кандидат, чем очевидный выбор, и его преимущества нуждаются в дополнительном обосновании применительно к каждому конкретному региону. Следовательно, выбор технологии не может основываться исключительно на интегральном рейтинге – необходим учёт региональных условий.

Особого внимания заслуживает сопоставление технологий с позиций климатического фактора. Российская Федерация относится к числу стран с преимущественно холодным и умеренно-холодным климатом.

Для анаэробного сбраживания это означает необходимость дополнительного подогрева реакторов в зимний период, что увеличивает эксплуатационные расходы и снижает энергетическую эффективность. В южных регионах – Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской и Волгоградской областях, Крыму и Севастополе – технология может оказаться успешной, особенно рядом с животноводческими комплексами, где навозные стоки обогащают субстрат.

Компостирование нетребовательно к сырью, но зависит от температуры воздуха. В регионах с долгой зимой открытое компостирование невозможно, а закрытые системы с принудительной аэрацией требуют крупных вложений. На севере и востоке оно возможно лишь в тёплый сезон или в утеплённых сооружениях, что удорожает проект.

Пиролиз при всех энергозатратах почти не зависит от погоды: процесс идёт в закрытых аппаратах с автономным тепловым балансом. Такие установки лучше размещать в промышленных зонах, где тепло можно пустить на обогрев теплиц, сушку продукции или другие нужды. Поэтому зонами, наиболее благоприятными для пиролиза, следует считать индустриально развитые районы с высокой концентрацией предприятий, где возможна межотраслевая кооперация.

Анализ препятствий, с которыми сталкивается внедрение современных методов переработки органических отходов в России, позволяет выделить несколько узловых проблем. Первая – инфраструктурная: ощущается острый дефицит сортировочных мощностей, контейнерных площадок для раздельного накопления и самих перерабатывающих предприятий. Вторая группа проблем – экономическая: высокий порог входа (капитальные затраты) и растянутые сроки окупаемости делают такие проекты малопривлекательными для частного бизнеса без участия государства. Третий барьер – правовой: отсутствие стандартов качества на продукты переработки (биоуголь, дигестат, белковая мука) создаёт сложности с сертификацией и реализацией. И наконец, четвёртый, не менее значимый фактор – низкая культура раздельного сбора у населения, из-за чего органика загрязняется примесями, что в итоге сказывается на качестве конечной продукции.

Меры, которые могут изменить ситуацию, включают разработку национальных стандартов на продукты переработки; налоговые и таможенные преференции для компаний, работающих во вторичных ресурсах; расширение партнерских отношений между государственным и частным секторами в создании перерабатывающих предприятий; создание региональных центров компетенции для методической поддержки и обучения персонала, а также проведение просветительских кампаний, повышающих культуру раздельного сбора.

Выбор одной технологии практически не оправдан – их сочетание дает больший эффект. Классический пример – двухступенчатая схема: анаэробное сбраживание, затем компостирование дигестата. На первом этапе получаем энергию, на втором – удобрения для сельского хозяйства. В некоторых случаях оправдана связь пиролиза с анаэробным брожением: трудноразлагаемые компоненты уходят в пиролиз, легкоусвояемая органика – в метантенки. Это повышает эффективность отходов и снижает объем утилизации. Отдельно стоит упомянуть термофильное брожение с получением белковой муки: в течение 3–7 дней органическое вещество превращается в кормовой продукт с содержанием белка 60–70 %. Технология востребована для птицеводства и животноводства, но требует сырья и ориентирована на узкий рынок, поэтому ее использование оправдано только в том случае, если рядом расположены крупные селекционные комплексы.

Выводы. Разработана многокритериальная система оценки технологий переработки органической фракции ТКО, позволяющая сопоставлять альтернативы. При этом выбор технологического решения не универсален – он учитывает климат, структуру отходов, транспортную доступность, близость потребителей, кадровый потенциал и господдержку. В регионах с развитым сельским хозяйством, прежде всего в южных и чернозёмных областях, предпочтительна схема с анаэробным сбраживанием и дообработкой дигестата компостированием: биогаз идёт на нужды сельхозпредприятий, удобрение возвращается на поля. Для промышленных районов логичен пиролиз – он обеспечивает глубокую переработку смешанных органических отходов и даёт твёрдое и жидкое топливо для местного использования. Для малых городов и сельских поселений с небольшими объёмами отходов и высокими транспортными издержками наиболее реалистично закрытое компостирование с принудительной аэрацией, дающее удобрение для локального применения при скромных инвестициях. Для арктических территорий и Дальнего Востока предпочтительны модульные установки анаэробного сбраживания с рекуперацией тепла – они обеспечивают автономное энергоснабжение удалённых объектов.

Главные препятствия на этом пути – инфраструктурные ограничения, несовершенство нормативной базы, нехватка инвестиций и низкая экологическая культура населения. Их преодоление требует скоординированных и последовательных мер государственной поддержки.

Список использованной литературы:

1. Об отходах производства и потребления: федеральный закон Российской Федерации № 89-ФЗ от 24.06.1998 г. (ред. от 23.03.2026). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 27.07.2026).

2. *Халтурина О.А.* Актуальность реализации федерального проекта «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» // Журнал прикладных исследований. 2022. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-realizatsii-federalnogo-proekta-kompleksnaya-sistema-obrascheniya-s-tverdymi-kommunalnymi-othodami> (дата обращения: 30.07.2026).
3. *Шелепина Н.В.* Совершенствование методологии оценки эффективности системы управления твердыми коммунальными отходами в целях развития экологической ответственности бизнеса // Экономика и экологический менеджмент. 2024. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodologii-otsenki-effektivnosti-sistemy-upravleniya-tverdymi-kommunalnymi-othodami-v-tselyah-razvitiya> (дата обращения: 30.07.2026).
4. *Тихий В.И., Филатов А.Н.* Реформа системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами в Российской Федерации: общие проблемы реализации и экономико-географический анализ на примере Орловской области // Географическая среда и живые системы. 2024. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reforma-sistemy-obrascheniya-s-tvyordymi-kommunalnymi-othodami-v-rossiyskoy-federatsii-obshchie-problemy-realizatsii-i-ekonomiko> (дата обращения: 30.07.2026).
5. *Серикбаева Б.С., Алтыбаев Ж.М., Омаров Б.Т.* Получение биогумуса путем вермикомпостирования органических отходов и исследование его агроэкологической эффективности // Academic Journal of Physical and Chemical Sciences. 2026. Т. 1. № 357. С. 399–413. DOI: 10.32014/2026.2518-1483.428.
6. *Angelidaki I., Treu L., Tsapekos P. et al.* Biogas production from organic waste: recent advances and perspectives // Biotechnology Advances. 2018. Vol. 36. № 2. P. 452–466. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2018.01.011.
7. *van Lier J.B.* Anaerobic digestion: fundamentals and applications // Waste Management. 2002. Vol. 36. P. 234–245.
8. *Tambone F., Orzi V., D'Imporzano G., Adani F.* Solid and liquid fractionation of digestate: mass balance, chemical characterization and agronomic value // Bioresource Technology. 2017. Vol. 243. P. 1251–1256. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.07.130.
9. *Сытник Н.А.* Совершенствование системы утилизации твердых коммунальных отходов на основе комбинирования технологических решений и оценки их ресурсоемкости и экологического воздействия // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2025. № 4. С. 50–59.
10. *Ручин А.Б.* Для чего нужен биогумус? // Вестник Мордовского университета. 2014. № 3. С. 142–148.
11. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (with amendments). Brussels, 2008. 34 p.
12. *Edwards C.A., Arancon N.Q.* Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management. Boca Raton, CRC Press, 2010. 624 p.
13. *Прокудина О.В., Песцов Г.В., Третьякова А.В.* Выделение метанотрофных бактерий из природных биоценозов и подбор питательных сред, оптимальных для культивирования в лабораторных условиях // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vydelenie-metanotrofnih-bakteriy-iz-prirodnyh-biotsenozov-i-podbor-pitatelnyh-sred-optimalnyh-dlya-kultivirovaniya-v-laboratornyh> (дата обращения: 30.07.2026).
14. *Жажков В.В.* Утилизация композиционных смесей органосодержащих отходов производства и потребления с получением биометана: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 1.6.21 / Дмитрий Валерьевич Жажков. СПб.: СПбПУ, 2024. 24 с. DOI: 10.18720/SPBPU/2/r24-48.
15. *Мадяминова Ю.Д.* Биогумус как фактор повышения почвенного плодородия и устойчивости экосистем // Universum: химия и биология. 2025. № 4 (118).
16. *Chen G., Wang L., Zhang X. et al.* Drying technologies for organic solid waste: a review // Drying

Technology. 2022. Vol. 40. № 5. P. 843–861.

17. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 (ред. от 24.12.2025). М., 2021. 520 с.
18. ГОСТ Р 55571-2013. Удобрения органические на основе твердых бытовых отходов. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.

References:

1. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 89-FZ of June 24, 1998 (as amended on March 23, 2026), *Ob otkhodakh proizvodstva i potrebleniya* [On Production and Consumption Waste]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (accessed 27.07.2026).
2. Khalturina O.A. Aktual'nost' realizatsii federal'nogo proekta «Kompleksnaya sistema obrashcheniya s tverdymi kommunal'nymi otkhodami» [Relevance of the implementation of the federal project «Integrated system for municipal solid waste management»]. *Zhurnal prikladnykh issledovaniy* [Journal of Applied Research], 2022, no. 4. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-realizatsii-federalnogo-proekta-kompleksnaya-sistema-obrascheniya-s-tverdymi-kommunalnymi-othodami> (accessed 30.07.2026).
3. Shelepina N.V. Sovershenstvovanie metodologii otsenki effektivnosti sistemy upravleniya tverdymi kommunal'nymi otkhodami v tselyakh razvitiya ekologicheskoy otvetstvennosti biznesa [Improving the methodology for assessing the effectiveness of municipal solid waste management system for the development of environmental responsibility of business]. *Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment* [Economics and Environmental Management], 2024, no. 4. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodologii-otsenki-effektivnosti-sistemy-upravleniya-tverdymi-kommunalnymi-othodami-v-tselyah-razvitiya> (accessed 30.07.2026).
4. Tikhii V.I., Filatov A.N. Reforma sistemy obrashcheniya s tvyordymi kommunal'nymi otkhodami v Rossiyskoy Federatsii: obshchie problemy realizatsii i ekonomiko-geograficheskii analiz na primere Orlovskoy oblasti [Reform of the municipal solid waste management system in the Russian Federation: general implementation problems and economic-geographical analysis on the example of the Oryol region]. *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographical Environment and Living Systems], 2024, no. 1. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/reforma-sistemy-obrascheniya-s-tvyordymi-kommunalnymi-othodami-v-rossiyskoy-federatsii-obshchie-problemy-realizatsii-i-ekonomiko> (accessed 30.07.2026).
5. Serikbaeva B.S., Altybaev Zh.M., Omarov B.T. Poluchenie biogumusa putem vermikompostirovaniya organicheskikh otkhodov i issledovanie ego agroekologicheskoy effektivnosti [Production of biohumus by vermicomposting of organic waste and study of its agroecological efficiency]. *Academic Journal of Physical and Chemical Sciences*, 2026, vol. 1, no. 357, pp. 399–413. (In Russian). DOI: 10.32014/2026.2518-1483.428.
6. Angelidaki I., Treu L., Tsapekos P. et al. Biogas production from organic waste: recent advances and perspectives. *Biotechnology Advances*, 2018, vol. 36, no. 2, pp. 452–466. (In English). DOI: 10.1016/j.biotechadv.2018.01.011.
7. van Lier J.B. Anaerobic digestion: fundamentals and applications. *Waste Management*, 2002, vol. 36, pp. 234–245. (In English).
8. Tambone F., Orzi V., D'Imporzano G., Adani F. Solid and liquid fractionation of digestate: mass balance, chemical characterization and agronomic value. *Bioresource Technology*, 2017, vol. 243, pp. 1251–1256. (In English). DOI: 10.1016/j.biortech.2017.07.130.
9. Sytnik N.A. Sovershenstvovanie sistemy utilizatsii tverdyykh kommunal'nykh otkhodov na osnove kombinirovaniya tekhnologicheskikh resheniy i otsenki ikh resursoemkosti i ekologicheskogo vozdeystviya [Improving the municipal solid waste disposal system based on

- the combination of technological solutions and assessment of their resource intensity and environmental impact]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2025, no. 4, pp. 50–59. (In Russian).
10. Ruchin A.B. Dlya chego nuzhen biogumus? [What is biohumus for?]. *Vestnik Mordovskogo universiteta* [Bulletin of Mordovia University], 2014, no. 3, pp. 142–148. (In Russian).
 11. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (with amendments). Brussels, 2008. (In English).
 12. Edwards C.A., Arancon N.Q. *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*. Boca Raton, CRC Press, 2010, 624 p. (In English).
 13. Prokudina O.V., Pestsov G.V., Tret'yakova A.V. Vydelenie metanotrofnikh bakteriy iz prirodnykh biotsenozov i podbor pitatel'nykh sred, optimal'nykh dlya kul'tivirovaniya v laboratornykh usloviyakh [Isolation of methanotrophic bacteria from natural biocenoses and selection of nutrient media optimal for laboratory cultivation]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2022, no. 6. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vydelenie-metanotrofnikh-bakteriy-iz-prirodnykh-biotsenozov-i-podbor-pitatelnykh-sred-optimalnykh-dlya-kultivirovaniya-v-laboratornykh> (accessed 30.07.2026).
 14. Zhazhkov V.V. *Utilizatsiya kompozitsionnykh smesey organosoderzhashchikh otkhodov proizvodstva i potrebleniya s polucheniem biometana. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk* [Disposal of composite mixtures of organic-containing waste from production and consumption with production of biomethane. Cand. sci. diss. abstr.]. St. Petersburg, SPbPU Publ., 2024, 24 p. (In Russian). DOI: 10.18720/SPbPU/2/r24-48.
 15. Mademinova Yu.D. Biogumus kak faktor povysheniya pochvennogo plodorodiya i ustoychivosti ekosistem [Biohumus as a factor of increasing soil fertility and ecosystem sustainability]. *Universum: khimiya i biologiya* [Universum: Chemistry and Biology], 2025, no. 4 (118). (In Russian).
 16. Chen G., Wang L., Zhang X. et al. Drying technologies for organic solid waste: a review. *Drying Technology*, 2022, vol. 40, no. 5, pp. 843–861. (In English).
 17. *SanPiN 1.2.3685-21. Gigienicheskiye normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya* [Sanitary Rules and Norms 1.2.3685-21. Hygienic Standards and Requirements for Ensuring the Safety and (or) Harmlessness of Environmental Factors for Humans]. Moscow, 2021, 520 p. (In Russian).
 18. *GOST R 55571-2013. Udobreniya organicheskiye na osnove tverdykh bytovykh otkhodov. Tekhnicheskiye usloviya* [State Standard R 55571-2013. Organic Fertilizers Based on Municipal Solid Waste. Specifications]. Moscow, Standartinform Publ, 2019, 16 p. (In Russian).

Сведения об авторе / Information about author

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 504.064.47

Сытник Н.А., Компаниец А.А.

СОВРЕМЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ФРАКЦИИ ТКО: СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация. В условиях нарастающего экологического кризиса и истощения производственных мощностей объектов захоронения, проблема утилизации органической фракции твёрдых коммунальных отходов (ТКО) приобретает критическое значение. Данная работа представляет собой комплексный анализ современных биотехнологических подходов к переработке биodeградируемой части ТКО, включая аэробное компостирование, вермикомпостирование, анаэробную дигестию, биоконверсию с использованием личинок насекомых, а также методы подготовки и обеззараживания. В статье рассмотрены биохимические основы процессов, технологические параметры, виды установок и целевые продукты переработки. Особое внимание уделено сравнительной оценке эффективности аэробных и анаэробных систем, их экономической целесообразности и экологическим аспектам. Показано, что формирование гибридных технологических схем, сочетающих анаэробную стабилизацию и аэробную доочистку, является наиболее перспективным направлением, позволяющим достичь синергетического эффекта в переработке органических отходов и получении возобновляемой энергии.

Ключевые слова: органические отходы, твёрдые коммунальные отходы (ТКО), аэробное компостирование, анаэробное сбраживание, биогаз, вермикомпостирование, биогумус, биотехнологии, чёрная львинка, обеззараживание.

Sytnik N.A., Kompaniets A.A.

MODERN BIOTECHNOLOGIES FOR THE PROCESSING OF THE ORGANIC FRACTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE: SYSTEMATIZATION AND COMPARATIVE PERFORMANCE ASSESSMENT

Abstract. Against the backdrop of an escalating environmental crisis and the progressive depletion of landfill capacity, the utilization of the organic fraction of municipal solid waste (MSW) has become a matter of paramount significance. The present study offers a comprehensive analysis of state-of-the-art biotechnological strategies for the processing of biodegradable MSW constituents, encompassing aerobic composting, vermicomposting, anaerobic digestion, insect-mediated bioconversion, and ancillary pre-treatment and disinfection techniques. The article elucidates the biochemical underpinnings of these processes, their operational parameters, reactor configurations, and end-use products. A significant portion of the present work is devoted to juxtaposing the operational characteristics of aerobic and anaerobic treatment routes, with particular attention given to their pollutant removal rates, economic viability, and overall ecological footprint. The results obtained suggest that the combined application of anaerobic pre-treatment and aerobic post-treatment offers the greatest potential for optimizing resource recovery. Such hybrid configurations not only enhance the energetic efficiency of the process through biogas generation but also contribute to the production of stabilized organic matter suitable for agricultural use, thereby closing the material loop in organic waste management.

Keywords: organic waste, municipal solid waste (MSW), aerobic composting, anaerobic digestion, biogas, vermicomposting, biohumus, biotechnology, black soldier fly, disinfection.

Введение. Органическая часть твёрдых коммунальных отходов повсеместно преобладает в общем объёме образующихся ТКО, а в ряде субъектов Российской Федерации её доля достигает 60–70 %. При размещении таких отходов на полигонах происходит закономерное образование токсичного фильтрата, мигрирующего в подземные горизонты, и

активная эмиссия метана, что вносит ощутимый вклад в парниковый эффект. В этой связи перевод органической фракции из категории отходов в категорию вторичных материально-энергетических ресурсов приобретает характер стратегической задачи [1], решение которой сопряжено с развитием технологий получения энергии, удобрений и кормовых продуктов.

Современные подходы к управлению потоками отходов всё чаще опираются на биологические методы, задействующие ферментативные системы микроорганизмов и трофическую активность беспозвоночных. Предпочтение той или иной технологической схемы диктуется совокупностью обстоятельств, среди которых первостепенное значение имеют морфологический и гранулометрический состав сырья, его гигроскопические свойства, требуемая глубина очистки, энергетический баланс процесса, региональные климатические особенности и конъюнктура рынков сбыта конечной продукции

Цель исследования – упорядочить имеющиеся сведения о технологиях переработки органического компонента ТКО, выявить достоинства и уязвимые стороны каждого метода, а также разработать систему критериев, позволяющую обоснованно подходить к выбору технологических решений на этапе проектирования объектов инфраструктуры.

Материалы и методы исследования. В основе методологии настоящего исследования лежит комплексный аналитический подход, объединяющий приёмы документального анализа, обобщения экспериментальных данных и многокритериального сравнения альтернативных технологий. Сбор исходной информации производился на основе изучения действующей нормативно-правовой базы – в первую очередь Федерального закона «Об отходах производства и потребления» [1], а также подзаконных актов, регламентирующих правила обращения с ТКО и технические требования к установкам для их переработки.

Информационное обеспечение исследования формировалось путём отбора, критической оценки и последующей систематизации данных из рецензируемых научных периодических изданий, диссертационных исследований, отраслевых обзоров и официальных статистических материалов, отражающих динамику развития инфраструктуры переработки органических отходов в Российской Федерации в интервале 2015–2026 годов [2–5]. Дополнительным источником фактического материала послужили опубликованные эксплуатационные показатели действующих объектов по переработке органической фракции ТКО, позволившие провести параметрический анализ их технологической эффективности.

Инструментарий аналитической части работы был представлен комплексом общенаучных и специальных методов: системный подход, позволяющий рассматривать каждую технологию как совокупность взаимосвязанных подсистем; сравнительно-сопоставительный анализ для выявления различий в параметрах процессов; технико-экономическая оценка, обеспечивающая количественное выражение эксплуатационных характеристик. Для упорядочения и последующего ранжирования рассматриваемых технологических вариантов авторами была разработана система многокритериальной оценки, включающая три группы параметров. К первой группе отнесены технологические показатели, среди которых температурные интервалы активных стадий, влажность и кислотность среды, соотношение углерода и азота в субстрате, общая продолжительность цикла и степень разложения органики. Во вторую группу вошли экологические индикаторы: количество образующихся вторичных отходов, баланс парниковых газов и способность процесса подавлять патогенную микрофлору. Третья группа объединяет экономические критерии – объём первоначальных вложений, текущие операционные расходы, удельное энергопотребление, потенциальную выработку энергии и себестоимость обработки единицы массы сырья.

Теоретический каркас исследования опирается на актуальные научные взгляды в области биоконверсии органических субстратов. Существенную роль в выработке концептуальных положений сыграли труды, касающиеся эффективности вермитехнологий. В частности, работа Серикбаевой Б.С. и её коллег содержит количественные оценки агроэкологической ценности биогумуса, получаемого в ходе переработки отходов с использованием дождевых червей [7]. Публикации Ручина А.Б., обобщающие

продолжительные наблюдения за влиянием вермикомпостов на вегетационные процессы, позволили углубить представления о механизмах воздействия этого удобрения на плодородие почв [8]. При изучении энергетического потенциала органического сырья и процессов его бескислородной трансформации использовались материалы диссертационного исследования Жажкова В.В., в котором аргументированы инженерные подходы к переработке органосодержащих смесей с выходом биометана [12].

Важную роль в формировании методологической позиции сыграли зарубежные нормативные акты, фиксирующие оценочные критерии для технологий утилизации отходов и принципы построения замкнутых производственных систем; это дало возможность адаптировать передовой международный практический опыт к отечественным реалиям [21].

Необходимо признать наличие ряда объективных ограничений. Значительный объём коммерческих данных о реальной эксплуатации объектов переработки ТКО остаётся недоступным, что компенсируется применением косвенных расчётов и усреднённых статистических показателей по отрасли. Сведения о морфологическом и компонентном составе отходов в разрезе регионов отличаются неполнотой и неоднородностью методик сбора, что требует взвешенного подхода при интерпретации. Хронологические границы исследования охватывают период 2015–2026 годов, однако динамичное развитие биотехнологической сферы диктует необходимость регулярной актуализации данных с учётом новых технических решений.

Отбор литературных источников проводился по принципу приоритетности работ, содержащих экспериментальные данные, подтверждённые промышленной апробацией и статистически обоснованные выводы. Это позволило сформировать репрезентативную доказательную базу, пригодную для получения объективных и практически ценных заключений.

Результаты исследования и их обсуждение. Обобщение материалов, почерпнутых из проанализированных источников, позволяет выделить несколько качественно различных технологических направлений переработки органического компонента ТКО, отличающихся биохимической основой, аппаратным исполнением и экономической составляющей. Для системного представления собранной информации их рассмотрение выстроено последовательно: от наиболее изученных аэробных процессов к анаэробным и гибридным схемам, а также к биоконверсионным методам с использованием насекомых и микроорганизмов-продуцентов.

Аэробная биоконверсия строится на экзотермических окислительно-восстановительных реакциях, запускаемых ферментами микроорганизмов при непрерывной подаче кислорода. Основное преимущество этого подхода – высокая интенсивность разрушения субстрата с достижением глубокой степени минерализации, причём техническое исполнение процесса не предполагает применения сложного оборудования.

Наибольшее распространение среди аэробных методов получило компостирование – многоступенчатый биологический процесс с участием более двух тысяч бактериальных штаммов и примерно пятидесяти видов грибов. Температурные изменения в массе перерабатываемого материала обуславливают закономерную ротацию доминирующих микробных групп, что даёт основание выделять четыре этапа: начальную адаптацию микроорганизмов, мезофильную стадию активного разложения, термофильную фазу с интенсивным тепловыделением и завершающую стадию стабилизации с образованием гумусоподобных соединений. Практическую ценность термофильного этапа определяет инактивация патогенов и семян сорняков при нагреве до 55–60 °С, что обеспечивает санитарную безопасность конечного продукта. Ключевым управляемым параметром служит соотношение углерода и азота, оптимум которого теоретически обоснован на уровне 25:1; при его превышении (например, в опилках или соломе) наблюдается замедление из-за дефицита азота для микроорганизмов, тогда как избыток азота (в навозе или активном иле) приводит к потерям элемента в виде аммиака и снижению удобрительной ценности компоста. Корректировка баланса на практике осуществляется смешением «зелёных» – богатых азотом

и «коричневых» – богатых углеродом фракций [2–4]. Как уже отмечалось в нашей предыдущей работе, выбор схемы компостирования не может ограничиваться только биохимическими характеристиками субстрата – обязательному учёту подлежат ресурсная интенсивность и интегральное экологическое воздействие, что приобретает особое значение при переходе от открытых площадок к герметичным системам с принудительной аэрацией [5].

Современные решения для компостирования охватывают широкий диапазон – от открытых площадок с периодическим ворошением до закрытых ангаров с принудительной аэрацией и непрерывным мониторингом газовой среды. Как видно из таблицы 1, применение закрытых систем позволяет сократить длительность технологического цикла с 42 до 14 дней за счёт регулирования температуры и влажности при существенных капитальных затратах. Мобильные реакторы, напротив, предоставляют возможность гибкого использования при малых объёмах (до 3000 т/год) и востребованы для работы на удалённых площадках. Однако главной проблемой внедрения компостирования в России остаются сдерживающие темпы ввода мощностей: к концу 2025 года запущено лишь 17 из 200 запланированных объектов, что не позволяет достичь целевого сокращения захоронения на 20 % [2].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика систем промышленного компостирования*

Параметры	Открытые площадки (бурты)	Закрытые ангары	Мобильные реакторы
Технологические параметры			
Длительность полного цикла, сут	42	14	42
Производительность, тыс. т/год	До 350	До 100	До 3 (комплекс из 16 установок)
Удельный выход компоста, % от массы сырья	40–50	45–55	40–50
Температурный режим	Естественный (зависит от внешних условий)	Контролируемый (до 65°C)	Контролируемый (до 65°C)
Влажность субстрата, %	50–60	50–60	50–60
Соотношение C:N в готовом продукте	15–20:1	15–20:1	15–20:1
Управление процессом			
Контроль параметров	Ограниченный (периодическое ворошение)	Полный (температура, O ₂ , влажность, pH)	Автоматизированный (датчики, панель управления)
Аэрация	Естественная (периодическое ворошение)	Принудительная (вентиляция)	Принудительная (вентиляторы/аэраторы)
Регулирование влажности	Затруднено (зависит от осадков)	Возможно (орошение, добавление сухих компонентов)	Возможно (орошение, добавление сухих компонентов)
Мониторинг газового состава	Не предусмотрен	Система отвода газов из помещения	Датчики температуры и давления
Экологические и экономические показатели			
Зависимость от климатических условий	Высокая (сезонность процесса)	Отсутствует (круглогодичный цикл)	Средняя (укрытие мембраной)
Капитальные затраты	Низкие	Высокие	Средние
Эксплуатационные затраты	Средние	Высокие (энергопотребление)	Средние
Потребление электроэнергии, кВт·ч/т сырья	5–10	20–40	15–30

*Примечание: таблица составлена авторами на основе источников [2–5]. Значения показателей являются усреднёнными и могут варьировать в зависимости от состава сырья, климатических условий и конструктивных особенностей установок.

Вермикомпостирование принципиально отличается от традиционного использованием специализированных видов дождевых червей, прежде всего *Eisenia fetida*, трансформирующих органический субстрат в биогумус, характеризующийся высокой ферментативной активностью и улучшенной структурой. Суть процесса заключается в пропускании органической массы через пищеварительный тракт червей, где она смешивается с микробными ферментами, обогащается полезной микрофлорой и структурируется в агрономически ценные копролиты [6]. Серикбаева с коллегами убедительно показывают, что вермикомпостирование позволяет заметно снизить органическую нагрузку на окружающую среду, а получаемый продукт имеет высокую агрономическую ценность и статистически значимо повышает урожайность [7]. Ручин А.Б. обращает внимание на стимуляцию ростовых процессов в вегетационных опытах, ускорение прорастания семян, а также прибавку урожайности пшеницы и сахарной свёклы на 20 %, кукурузы – на 30–50 %, картофеля – на 50–100 % [8]. Для устойчивого развития популяции червей критически значимы температурный коридор 16–24 °С и влажность субстрата 75–80 %; в промышленном масштабе этот метод сталкивается с существенными сложностями: черви не усваивают до половины азота, а процесс требует отапливаемых помещений и высокой квалификации персонала. В то же время биогумус проявляет высокую связывающую способность по отношению к тяжёлым металлам и радионуклидам, что делает его перспективным средством для рекультивации нарушенных земель [9].

Анаэробный метаболизм микроорганизмов даёт возможность деструкции органики без доступа кислорода с образованием биогаза (метановоздушной смеси), что позволяет совмещать утилизацию с генерацией возобновляемой энергии, замещающей традиционные энергоносители [10].

Анаэробное сбраживание представляет собой последовательную работу четырёх функциональных групп микроорганизмов: на первом этапе гидролиза сложные полимеры расщепляются внеклеточными ферментами до растворимых мономеров; ацидогенез и ацетогенез ведут к образованию летучих жирных кислот, водорода и углекислого газа; завершающий этап метаногенеза осуществляют строгие анаэробы, конвертирующие ацетат и углекислый газ с водородом в метан. Именно на этом заключительном этапе процесс оказывается наиболее чувствительным к изменениям pH, температуры и концентрации токсикантов, таких как аммиак или сероводород [11]. В.В. Жажков в своём диссертационном исследовании обосновывает выбор и способы активации процесса утилизации органических отходов с получением биометана, предлагая схему сортировки и анаэробного сбраживания в метантенках с добавками из биомассы, включая микроводоросли, ряску и пивную дробину, для повышения биогазового потенциала и увеличения концентрации метана [12]. Особенностью анаэробных реакторов является их высокая производительность по органической нагрузке – до 20 кг ХПК на кубометр реактора в сутки, что значительно превышает показатели аэротенков. Однако данный метод имеет ограниченную степень очистки по ХПК в пределах 70–90 % и в большинстве случаев требует постаэрации для достижения нормативов сброса в водоёмы рыбохозяйственного значения (табл. 2).

Таблица 2 – Техничко-экономическое сравнение анаэробной и аэробной очистки*

Критерий	Анаэробная технология	Аэробная технология
Образование отходов (биомасса), г/кг БПК	50–80	500–800
Энергопотребление, кВт·ч/м³	0,5–1,0	2,5–4,0
Энергогенерация (биогаз)	0,5 м³/кг удалённого ХПК	Отсутствует
Рабочая концентрация ила, г/л	30–50	3–10
Удаление биогенных элементов	Требуется доочистки	Комплексное

*Примечание: таблица составлена авторами на основе источников [10–12].

Экономический анализ показывает, что анаэробное сбраживание органической фракции ТКО является экономически эффективным методом, позволяющим производить

электроэнергию, тепловую энергию и биоудобрения в виде дигестата [10]. Комбинированная анаэробно-аэробная схема позволяет снизить эксплуатационные затраты почти вдвое за счёт использования генерируемого биогаза для подогрева реактора и сокращения расходов на дегидратацию ила. Как было показано в нашей предыдущей работе [5], совершенствование системы утилизации ТКО на основе комбинирования технологических решений и оценки их ресурсоёмкости и экологического воздействия является приоритетным направлением развития отрасли. Тем не менее, в Российской Федерации наблюдается острая нехватка компетентных разработчиков анаэробных систем, что создаёт импортную зависимость и существенно повышает стоимость строительства очистных сооружений. Продуктом анаэробной ферментации выступает дигестат – стабилизированная взвесь, состоящая из воды, аммонийного азота, фосфора и гуминовоподобных веществ; в отличие от свежего навоза, азот в дигестате представлен преимущественно в минеральной, легкоусвояемой для растений форме, что повышает коэффициент использования удобрения на 30–50 % [13]. Однако высокая влажность и остаточный запах ограничивают его транспортабельность, стимулируя развитие технологий разделения на жидкую и твёрдую фракции с последующей сушкой [14].

В условиях дефицита растительного белка особый интерес приобретают биотехнологические методы его получения из непищевого сырья. Микроорганизмы, включая бактерии, дрожжи, грибы и микроводоросли, способны утилизировать метанол, природный газ, гидролизаты целлюлозы и молочную сыворотку, синтезируя белок с содержанием протеина до 65–70 %, как, например, у спироулины [15]. Наиболее прогрессивным направлением признаётся культивирование метанотрофных бактерий на природном газе, поскольку этот процесс не зависит от климатических факторов, обеспечивает равномерное производство в течение года и позволяет получать белок, обогащённый каротиноидами, играющими роль естественных антиоксидантов в питании животных и рыб [16].

Альтернативным и высокоэффективным методом трансформации органики является использование личинок чёрной львинки (*Hermetia illucens*). Как отмечается в исследованиях [17–19], эти насекомые проявляют полифагию в отношении пищевых отходов, навоза и просроченной продукции, эффективно конвертируя низкоценную органику в высококачественную биомассу, богатую белками и жирами [17]. За 13–18 дней личиночной стадии биомасса способна переработать объём субстрата, в разы превышающий их собственный вес. Технологическая ценность метода заключается в гидрофобном эффекте: активная дегидратация субстрата личинками подавляет развитие патогенной микрофлоры без применения химикатов. Конечными продуктами выступают белковый концентрат, используемый в аквакультуре и птицеводстве, липидная фракция для биодизеля и зоокомпост – стабилизированное органическое удобрение [18]. Существенным аспектом применения *Hermetia illucens* служит её эпидемиологическая безопасность: взрослые особи утрачивают способность к питанию и не выступают в роли переносчиков патогенов, а за пределами контролируемых условий культивирования популяция не способна к устойчивому существованию в климатических зонах с умеренными температурами [19].

Успешность последующих стадий биоконверсии во многом предопределяется качеством предварительной обработки, поскольку избыточная обводнённость исходного материала (нередко превышающая 80 %) создаёт значительные технологические препятствия. Для снижения содержания влаги задействуются термические, биологические и механические способы сушки; в частности, применение барабанных агрегатов и лопастных сушилок с косвенным нагревом даёт возможность уменьшить влажность до 10–12 %, что делает продукт пригодным для последующего гранулирования и использования в качестве топливных брикетов или кондиционированного органического удобрения [14].

Под обеззараживанием в контексте данной работы понимается устранение патогенных микроорганизмов и яиц гельминтов. Для достижения этой цели применяются различные подходы. Термическая обработка насыщенным паром в автоклавах при температуре 121–134 °С в течение 20–60 минут обеспечивает полную инактивацию как вегетативных форм, так и спорных культур. Физические методы, основанные на микроволновом и

кавитационном воздействии, позволяют разрушать клеточные оболочки микроорганизмов без введения химических соединений. В ходе интенсивного термофильного компостирования или метанового брожения санирующий эффект достигается за счёт естественного разогрева субстрата, что также способствует подавлению патогенной микрофлоры [18]. Химическая обработка с использованием хлорсодержащих реагентов или четвертичных аммониевых солей рассматривается лишь как вспомогательное средство, приемлемое в исключительных случаях, поскольку такие вещества могут оставлять токсичные остатки в субстрате и угнетать жизнедеятельность микроорганизмов на этапах последующей биотрансформации [20].

Выводы. Проведённое исследование позволяет заключить, что единого универсального решения, пригодного для переработки любых видов органических отходов, в настоящее время не выработано. Аэробное компостирование сохраняет позиции самого доступного и экологически приемлемого способа стабилизации, однако получаемый продукт лишён энергетической ценности. Анаэробное сбраживание даёт возможность генерировать энергию, но сопряжено со значительными первоначальными вложениями и критической зависимостью от точного соблюдения технологического регламента. Биоконверсия с привлечением насекомых и микроорганизмов открывает перспективы выхода на рынки продукции с высокой добавленной стоимостью, однако её широкое внедрение сдерживается проблемами масштабирования и нестабильностью качественного состава конечной биомассы.

Наиболее обоснованным направлением дальнейшего развития отрасли следует признать построение комбинированных технологических цепочек, в которых анаэробная стадия служит инструментом извлечения энергетического потенциала отходов, а последующая аэробная доочистка или вермипереработка обеспечивают получение кондиционного гумусосодержащего продукта. Подобная интеграция позволяет сократить объёмы полигонного захоронения, уменьшить выбросы парниковых газов и реализовать замкнутый цикл обращения биогенных элементов.

Однако системное внедрение подобных решений в Российской Федерации требует не только значительных инвестиций, но и комплексных институциональных преобразований: разработки механизмов поддержки зелёной энергетики, пересмотра санитарных норм для легализации продуктов переработки в сельском хозяйстве и подготовки квалифицированных кадров [21]. Преодоление этих барьеров позволит превратить органические отходы из проблемы городской инфраструктуры в ценный ресурс, укрепляющий продовольственную и энергетическую независимость регионов страны.

Список использованной литературы:

1. Об отходах производства и потребления: федеральный закон Российской Федерации № 89-ФЗ от 24.06.1998 г. (ред. от 23.03.2026). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 27.07.2026).
2. Халтурина О.А. Актуальность реализации федерального проекта «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» // Журнал прикладных исследований. 2022. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-realizatsii-federalnogo-proekta-kompleksnaya-sistema-obrascheniya-s-tverdymi-kommunalnymi-othodami> (дата обращения: 30.07.2026).
3. Шелепина Н.В. Совершенствование методологии оценки эффективности системы управления твердыми коммунальными отходами в целях развития экологической ответственности бизнеса // Экономика и экологический менеджмент. 2024. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodologii-otsenki-effektivnosti-sistemy-upravleniya-tverdymi-kommunalnymi-othodami-v-tselyah-razvitiya> (дата обращения: 30.07.2026).
4. Тихий В.И., Филатов А.Н. Реформа системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами в Российской Федерации: общие проблемы реализации и экономико-географический анализ на примере Орловской области // Географическая среда и живые системы. 2024. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reforma-sistemy-obrascheniya-s-tverdymi-kommunalnymi-othodami-v-rossiyskoy-federatsii>

tyvordymi-kommunalnymi-othodami-v-rossiyskoy-federatsii-obschie-problemy-realizatsii-i-ekonomiko (дата обращения: 30.07.2026).

5. *Сытник Н.А.* Совершенствование системы утилизации твердых коммунальных отходов на основе комбинирования технологических решений и оценки их ресурсоемкости и экологического воздействия // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2025. № 4. С. 50–59.
6. *Edwards C.A., Arancon N.Q.* Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management. Boca Raton, CRC Press, 2010. 624 p.
7. *Серикбаева Б.С., Алтыбаев Ж.М., Омаров Б.Т.* Получение биогумуса путем вермикомпостирования органических отходов и исследование его агроэкологической эффективности // Academic Journal of Physical and Chemical Sciences. 2026. Т. 1. № 357. С. 399–413. DOI: 10.32014/2026.2518-1483.428.
8. *Ручин А.Б.* Для чего нужен биогумус? // Вестник Мордовского университета. 2014. № 3. С. 142–148.
9. *Мадеминова Ю.Д.* Биогумус как фактор повышения почвенного плодородия и устойчивости экосистем // Universum: химия и биология. 2025. № 4 (118).
10. *Angelidaki I., Treu L., Tsapekos P. et al.* Biogas production from organic waste: recent advances and perspectives // Biotechnology Advances. 2018. Vol. 36. № 2. P. 452–466. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2018.01.011.
11. *van Lier J.B.* Anaerobic digestion: fundamentals and applications // Waste Management. 2002. Vol. 36. P. 234–245.
12. *Жажков В.В.* Утилизация композиционных смесей органосодержащих отходов производства и потребления с получением биометана: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 1.6.21 / Дмитрий Валерьевич Жажков. СПб.: СПбПУ, 2024. 24 с. DOI: 10.18720/SPBPU/2/r24-48.
13. *Tambone F., Orzi V., D'Imporzano G., Adani F.* Solid and liquid fractionation of digestate: mass balance, chemical characterization and agronomic value // Bioresource Technology. 2017. Vol. 243. P. 1251–1256. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.07.130.
14. *Chen G., Wang L., Zhang X. et al.* Drying technologies for organic solid waste: a review // Drying Technology. 2022. Vol. 40. № 5. P. 843–861.
15. *Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E., Isambert A.* Commercial applications of microalgae // Journal of Bioscience and Bioengineering. 2006. Vol. 101. № 2. P. 87–96.
16. *Прокудина О.В., Песцов Г.В., Третьякова А.В.* Выделение метанотрофных бактерий из природных биоценозов и подбор питательных сред, оптимальных для культивирования в лабораторных условиях // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vydelenie-metanotrofnyh-bakteriy-iz-prirodnyh-biotsenozov-i-podbor-pitatelnyh-sred-optimalnyh-dlya-kultivirovaniya-v-laboratornyh> (дата обращения: 30.07.2026).
17. *van Huis A.* Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review // Journal of Insects as Food and Feed. 2020. Vol. 6. № 1. P. 27–44.
18. *Surendra K.C., Tomberlin J.K., van Huis A. et al.* Rethinking organic waste management using black soldier fly larvae // Waste Management. 2020. Vol. 117. P. 58–80.
19. *Diener S., Studt N.M., Turovsky K. et al.* Biological safety of black soldier fly larvae // Waste Management. 2021. Vol. 124. P. 187–195.
20. *Лутти Ю.В., Сердюкова Д.В., Канунников О.В., Аксельрод В.А., Лойко Н.Г.* Дезактивация биоцидов на основе четвертичных аммониевых соединений в фекальных отходах // Биотехнология. 2020. Т. 36. № 2. С. 56–64.
21. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (with amendments). Brussels, 2008. 34 p.

References:

1. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 89-FZ of June 24, 1998 (as amended on March 23, 2026), *Ob otkhodakh proizvodstva i potrebleniya* [On Production and

- Consumption Waste]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (accessed 27.07.2026).
2. Khalturina O.A. Aktual'nost' realizatsii federal'nogo proekta «Kompleksnaya sistema obrashcheniya s tverdymi kommunal'nymi otkhodami» [Relevance of the implementation of the federal project «Integrated system for municipal solid waste management»]. *Zhurnal prikladnykh issledovaniy* [Journal of Applied Research], 2022, no. 4. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-realizatsii-federalnogo-proekta-kompleksnaya-sistema-obrascheniya-s-tverdymi-kommunalnymi-othodami> (accessed 30.07.2026).
 3. Shelepina N.V. Sovershenstvovanie metodologii otsenki effektivnosti sistemy upravleniya tverdymi kommunal'nymi otkhodami v tselyakh razvitiya ekologicheskoy otvetstvennosti biznesa [Improving the methodology for assessing the effectiveness of municipal solid waste management system for the development of environmental responsibility of business]. *Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment* [Economics and Environmental Management], 2024, no. 4. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodologii-otsenki-effektivnosti-sistemy-upravleniya-tverdymi-kommunalnymi-othodami-v-tselyah-razvitiya> (accessed 30.07.2026).
 4. Tikhii V.I., Filatov A.N. Reforma sistemy obrashcheniya s tvyordymi kommunal'nymi otkhodami v Rossiyskoy Federatsii: obshchie problemy realizatsii i ekonomiko-geograficheskii analiz na primere Orlovskoy oblasti [Reform of the municipal solid waste management system in the Russian Federation: general implementation problems and economic-geographical analysis on the example of the Oryol region]. *Geograficheskaya sreda i zhivye sistemy* [Geographical Environment and Living Systems], 2024, no. 1. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/reforma-sistemy-obrascheniya-s-tvyordymi-kommunalnymi-othodami-v-rossiyskoy-federatsii-obschie-problemy-realizatsii-i-ekonomiko> (accessed 30.07.2026).
 5. Sytnik N.A. Sovershenstvovanie sistemy utilizatsii tverdykh kommunal'nykh otkhodov na osnove kombinirovaniya tekhnologicheskikh resheniy i otsenki ikh resursoemkosti i ekologicheskogo vozdeystviya [Improving the municipal solid waste disposal system based on the combination of technological solutions and assessment of their resource intensity and environmental impact]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2025, no. 4, pp. 50–59. (In Russian).
 6. Edwards C.A., Arancon N.Q. *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*. Boca Raton, CRC Press, 2010, 624 p. (In English).
 7. Serikbaeva B.S., Altybaev Zh.M., Omarov B.T. Poluchenie biogumusa putem vermikompostirovaniya organicheskikh otkhodov i issledovanie ego agroekologicheskoy effektivnosti [Production of biohumus by vermicomposting of organic waste and study of its agroecological efficiency]. *Academic Journal of Physical and Chemical Sciences*, 2026, vol. 1, no. 357, pp. 399–413. (In Russian). DOI: 10.32014/2026.2518-1483.428.
 8. Ruchin A.B. Dlya chego nuzhen biogumus? [What is biohumus for?]. *Vestnik Mordovskogo universiteta* [Bulletin of Mordovia University], 2014, no. 3, pp. 142–148. (In Russian).
 9. Mademinova Yu.D. Biogumus kak faktor povysheniya pochvennogo plodorodiya i ustoychivosti ekosistem [Biohumus as a factor of increasing soil fertility and ecosystem sustainability]. *Universum: khimiya i biologiya* [Universum: Chemistry and Biology], 2025, no. 4 (118). (In Russian).
 10. Angelidaki I., Treu L., Tsapekos P. et al. Biogas production from organic waste: recent advances and perspectives. *Biotechnology Advances*, 2018, vol. 36, no. 2, pp. 452–466. (In English). DOI: 10.1016/j.biotechadv.2018.01.011.
 11. van Lier J.B. Anaerobic digestion: fundamentals and applications. *Waste Management*, 2002, vol. 36, pp. 234–245. (In English).
 12. Zhazhkov V.V. *Utilizatsiya kompozitsionnykh smesey organosoderzhashchikh otkhodov proizvodstva i potrebleniya s polucheniem biometana. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk* [Disposal of composite mixtures of organic-containing waste from production and consumption

- with production of biomethane. Cand. sci. diss. abstr.]. St. Petersburg, SPbPU Publ., 2024, 24 p. (In Russian). DOI: 10.18720/SPbPU/2/r24-48.
13. Tambone F., Orzi V., D'Imporzano G., Adani F. Solid and liquid fractionation of digestate: mass balance, chemical characterization and agronomic value. *Bioresource Technology*, 2017, vol. 243, pp. 1251–1256. (In English). DOI: 10.1016/j.biortech.2017.07.130.
 14. Chen G., Wang L., Zhang X. et al. Drying technologies for organic solid waste: a review. *Drying Technology*, 2022, vol. 40, no. 5, pp. 843–861. (In English).
 15. Spolaore P., Joannis-Cassan C., Duran E., Isambert A. Commercial applications of microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2006, vol. 101, no. 2, pp. 87–96. (In English).
 16. Prokudina O.V., Pestsov G.V., Tret'yakova A.V. Vydelenie metanotrofnykh bakteriy iz prirodnykh biotsenozov i podbor pitatel'nykh sred, optimal'nykh dlya kul'tivirovaniya v laboratornykh usloviyakh [Isolation of methanotrophic bacteria from natural biocenoses and selection of nutrient media optimal for laboratory cultivation]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2022, no. 6. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vydelenie-metanotrofnyh-bakteriy-iz-prirodnyh-biotsenozov-i-podbor-pitatelnyh-sred-optimalnyh-dlya-kultivirovaniya-v-laboratornyh> (accessed 30.07.2026).
 17. van Huis A. Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 2020, vol. 6, no. 1, pp. 27–44. (In English).
 18. Surendra K.C., Tomberlin J.K., van Huis A. et al. Rethinking organic waste management using black soldier fly larvae. *Waste Management*, 2020, vol. 117, pp. 58–80. (In English).
 19. Diener S., Studt N.M., Turovskiy K., et al. Biological safety of black soldier fly larvae. *Waste Management*, 2021, vol. 124, pp. 187–195. (In English).
 20. Litti Yu.V., Serdyukova D.V., Kanunnikov O.V., Aksel'rod V.A., Loyko N.G. Dezaktivatsiya biotsidov na osnove chetvertichnykh ammonievnykh soedineniy v fekal'nykh otkhodakh [Deactivation of biocides based on quaternary ammonium compounds in faecal waste]. *Biotehnologiya* [Biotechnology], 2020, vol. 36, no. 2, pp. 56–64. (In Russian).
 21. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (with amendments). Brussels, 2008. (In English).

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
Компаниец Алина Алексеевна	студент 3-го курса направления подготовки «Экология и природопользование» Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
Kompaniets Alina Alekseevna	student of the 3rd year of the training direction “Ecology and Environmental Management” Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

УДК 664.95

Битютская О.Е., Лавриненко О.И., Мазалова Н.Ф., Шкуро Д.В.
**КЛЕМЫ АЗОВСКОГО МОРЯ КАК СЫРЬЕВОЙ РЕЗЕРВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ПРЕСЕРВОВ ИЗ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ**

Аннотация. Среди объектов мирового промысла и аквакультуры особое место принадлежит клемам – зарывающимся двустворчатым моллюскам. Сочное, нежное и низкокалорийное мясо клем обладает высокой органолептической ценностью, благодаря чему эта продукция пользуется устойчивым спросом у населения многих стран и стабильно занимает свою нишу в сегменте морепродуктов. Рассмотрена проблема расширения ассортимента пищевых моллюсков за счёт недоиспользуемых видов Азовского моря. Показано, что повышение солёности воды до 14–15 ‰ создало благоприятные условия для роста численности промысловых моллюсков. Проанализированы известные способы переработки зарывающихся моллюсков и производства пресервов в желейных заливках. Установлено, что существующие решения требуют специальной разделки сырья, ферментных препаратов и красителей либо предполагают многокомпонентные заливки с высоким содержанием растительного масла. Предложена рецептурная композиция деликатесных низкокалорийных пресервов из варено-мороженого мяса двустворчатых моллюсков (мидий и клем) с желейной заливкой на основе очищенной молочной сыворотки с пектином X-58, обогащённой растительными компонентами. Экспериментально обоснованы оптимальные дозировки сахара (8 %), яблочного уксуса (3,8 %) и пектина (2,0 %). Готовый продукт характеризуется энергетической ценностью на уровне 293 кДж (70 ккал), массовой долей белка не менее 8,0 % и содержанием соли не более 2,5 %. Полученные результаты могут способствовать развитию аквакультуры клем в Азово-Черноморском бассейне.

Ключевые слова: клемы, двустворчатые моллюски, пресервы, очищенная сыворотка, желейная заливка, пектин.

Bityutskaya O.E., Lavrinenko O.I., Mazalova N.F., Shkuro D.V.
**CLAMS OF THE AZOV SEA AS A RAW MATERIAL SOURCE FOR BIVALVE
PRESERVES**

Abstract. Among the objects of global fisheries and aquaculture, a special place belongs to clams – burrowing bivalve mollusks. The succulent, tender, and low-calorie meat of clams possesses high organoleptic value, which ensures steady demand for these products among consumers in many countries and allows them to maintain a stable niche in the seafood market. The problem of expanding the range of food mollusks through the utilization of underused species of the Sea of Azov is considered. It is shown that an increase in water salinity to 14–15 ‰ has created favorable conditions for the growth of commercial mollusk populations. Known methods for processing burrowing mollusks and producing preserves in jelly fillings are analyzed. It is established that existing solutions require special cutting of raw materials, enzyme preparations, and colorants, or involve multicomponent fillings with a high content of vegetable oil. A formulation for delicatessen low-calorie preserves from cooked-frozen meat of bivalve mollusks (mussels and clams) with a jelly filling based on purified milk whey with pectin X-58, enriched with plant components, is proposed. Optimal dosages of sugar (8 %), apple vinegar (3.8 %), and pectin (2.0 %) are experimentally substantiated. The finished product is characterized by an energy value of 293 kJ (70 kcal), a protein mass fraction of at least 8.0 %, and a salt content of no more than 2.5 %. The obtained results may contribute to the development of clam aquaculture in the Azov-Black Sea basin.

Keywords: clams, bivalve mollusks, preserves, purified milk whey, jelly filling, pectin.

Введение. Мировой промысел и аквакультура двустворчатых моллюсков постоянно расширяются, и особое место среди них занимает экологическая группа зарывающихся

моллюсков, объединяемых в мировой практике под общим термином «клемы». В странах Юго-Восточной Азии, Западной Европы и Америки клемы являются традиционным продуктом питания, а их промышленное культивирование - устойчиво развивающийся сегмент марикультуры [1].

Двустворчатые моллюски в виде традиционных и специализированных продуктов прочно вошли в рацион в лечебном и профилактическом питании. Ранее нами на основе системного подхода был проведён анализ технических решений получения обогащённых пищевых продуктов из двустворчатых моллюсков, приведены данные по прогнозу развития сырьевой базы промысловых и потенциально промысловых моллюсков Азовского моря, а также результаты исследований размерно-массового состава и пищевой ценности трёх видов псаммофильных моллюсков (*Donax trunculus* Linnaeus, 1758, *Chamelea gallina* Linnaeus, 1758, *Donacilla cornea* Poli, 1791) как перспективных объектов марикультуры [1-4].

На современном этапе экосистема Азовского моря переживает существенные изменения, связанные, прежде всего, с повышением солёности воды до 14–15 ‰. Эти условия оказались благоприятными для развития промысловых моллюсков: ареалы анадары, рапаны и мидии расширились, а численность и биомасса заметно выросли [5–7]. Двустворчатый моллюск *Anadara kagoshimensis* Tokunaga, 1906, являясь в Азово-Черноморском бассейне видом-вселенцем, к 2014 г. достиг промысловой численности, а рекомендованный объём его добычи в Азовском море на 2023 г. составил 1,5 тыс. т [6]. По данным ВНИРО, первая специализированная малакологическая съёмка 2025 г. показала значительные запасы анадары (скафарки) – перспективного для промысла двустворчатого моллюска [5].

Таким образом, расширение ассортиментного ряда пищевых моллюсков за счёт клем Азовского моря представляет собой актуальную задачу, решение которой опирается как на сложившиеся традиции потребления моллюсков в мире, так и на формирующуюся сырьевую базу отечественного промысла. В связи с этим целесообразно рассмотреть известные способы комплексной переработки двустворчатых зарывающихся моллюсков, а также существующие подходы к созданию пресервов в желейных заливках, поскольку именно эти направления представляются наиболее перспективными для вовлечения клем в промышленный оборот.

Известен способ [8] комплексной переработки двустворчатых зарывающихся моллюсков (клем), включающий разделку мышечной ткани с отделением двигательного мускула - ноги и мантии с аддуктором, мойку и гидротермическую обработку, обработку посольной смесью (4–5 %) с протеолитическим ферментным препаратом из печени камчатского краба «Крусэнзим» (0,5–1,5 % к массе сырья), промывку водой, выдержку в растворе уксусной кислоты и направление на изготовление пресервов или паштета. Дополнительно предусмотрена обработка двигательного мускула и мантии с аддуктором бледной или серой окраски посольной смесью с красителем (ферментированный рис или SANSET YELLOW FSF) в количестве 0,01–0,5 % к массе мышечной ткани. Данный способ позволяет улучшить вкус, аромат и консистенцию продукции из морских клемов (анадары, спизулы, мерценарии, мактры, каллисты и др.) - сырья с повышенным содержанием соединительно-тканых белков.

Желейные заливки в пресервах обеспечивают сохранение ценности компонентов, придают продукту привлекательный внешний вид и консистенцию, а также позволяют получать продукцию с пониженной калорийностью и детоксицирующими свойствами.

В патенте [9] предложен способ производства пресервов из рыбы и морепродуктов в желейных заливках с применением раствора хитозана и пищевых добавок целлюлозной природы. Желейную заливку получают путем гомогенизации при температуре не ниже 60 °С растительного масла, бульона, раствора хитозана, копильного препарата и вкусовых добавок, взятых в следующем соотношении, мас. %: растительное масло - до 45,0, бульон - 25,0–32,5, раствор хитозана - 3,0–8,0, копильный препарат - 0,5–3,0, вкусовые добавки - остальное. Копильный препарат предварительно очищают хитином или сухим хитозаном. Изобретение позволяет значительно расширить ассортимент пресервов за счет придания им лечебно-профилактических свойств, обусловленных наличием хитозана, входящего в состав заливки и оказывающего положительное воздействие на организм человека.

Близким аналогом предлагаемого технического решения является способ, предусматривающий укладку подготовленного сырья в емкость и внесение компонентов желейной заливки при следующем соотношении, мас. %: зерновой отвар - 30,0-70,0, 1,0-3,0%-ный раствор пищевой добавки целлюлозной природы - 17,5-60,0, раствор хитозана - 3,0-8,0, спиртовой раствор лекарственных растений - 0,01-0,5, вкусовые добавки - остальное. В качестве спиртового раствора лекарственных растений берут спиртовую настойку, например, лимонника, женьшеня, элеутерококка, аралии и др. [10].

Обобщая недостатки рассмотренных аналогов, следует отметить, что все они ориентированы либо на применение специальной разделки сырья, ферментных препаратов и красителей, что не требуется при переработке выбранных нами моллюсков, либо на использование многокомпонентных желейных заливок с высоким содержанием растительного масла, что повышает энергетическую ценность готового продукта и требует адекватного увеличения поступления природных антиоксидантов [11]. Кроме того, введение спиртовых растворов лекарственных растений хотя и обогащает пресервы вкусоароматическими и бактерицидными веществами, но их лечебно-профилактические свойства проявляются в более высоких концентрациях, а оптимальный режим дозирования определяется персонализировано. В отличие от известных решений [8–10], предлагаемая композиция не требует специальной разделки сырья и позволяет снизить энергетическую ценность за счёт отказа от растительного масла.

Цель работы – создание деликатесных, низкокалорийных пресервов из мяса двустворчатых моллюсков (мидий, хамелии, донакса и др.) для расширения ассортимента пресервов.

Материалы и методы исследования. В работе использовали варено-мороженое мясо двустворчатых моллюсков (мидий, хамелии, донакса), соответствующее требованиям нормативной документации. В качестве растительных компонентов применяли свежие корни имбиря (*Zingiber officinale*), корневого сельдерея (*Apium graveolens*) и белый лук (*Allium cepa*). Объектами сравнения служили модельные образцы пресервов в желейной заливке, приготовленные по рецептурам, представленным в таблице 1.

Исследования химического состава проводились с использованием стандартных методов, принятых при комплексном химическом анализе, а именно: общее содержание азотистых веществ - по методу Кьельдаля с использованием автоазотного анализатора FOSS; минеральных веществ - гравиметрически, после обжига при температуре 600-700 °С, массовую долю поваренной соли определяли аргентометрическим методом. Оценку энергетической ценности мяса моллюсков проводили в соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки», утвержденными решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881 [12, с. 15].

При установлении соответствия показателей безопасности сырья и готовой продукции требованиям микробиологических нормативов ТР ТС 021/2011 [13] и ТР ЕАЭС 040/2016 [14] применяли стандартные методы: посев в агаризованные питательные среды и определение наиболее вероятного числа (НВЧ). Все эксперименты выполняли в трёхкратной повторности; статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных методов математической статистики.

Результаты и их обсуждение. При приготовлении пресервов используют композицию ингредиентов, состоящую из варено-мороженого мяса моллюсков, желейной заливки на основе очищенной молочной сыворотки с введением пектина, пресервы дополнительно содержат корни имбиря, сельдерея, белого лука при следующем соотношении ингредиентов, мас. %: желейная заливка – 30, варено-мороженое мясо моллюсков – 55,0, корень сельдерея – 7,0, корень имбиря – 5,0, белый лук – 2,9, бензоат натрия – 0,1.

Пресервы получают следующим образом.

Варено-мороженое мясо двустворчатых моллюсков (мидий, донакса, хамелии) моют водой, ставят на стекание, укладывают в емкость, добавляют предварительно очищенные и подготовленные корни сельдерея, имбиря, нашинкованный белый лук.

Важно отметить, что мясо анадары характеризуется более плотной консистенцией и требует предварительной тепловой обработки, например, с применением технологии су-вид: низкотемпературная обработка позволяет максимально сохранить нутриенты и размягчить соединительную ткань моллюска.

В рецептуру введены два корнеплода, богатые биологически активными соединениями и клетчаткой – имбирь и сельдерей.

Имбирь (*Zingiber L.*) – многолетнее травянистое растение семейства имбирных, корневище имбиря используется как пряность. Корневища имбиря содержат до 4 % эфирного масла, главной составной частью которого является цингиберен (до 70 %), придающий продукту характерный аромат. Кроме того, в состав масла входят цингиберол, камфен, цинеол, цитрал и ряд других соединений. Корневище имеет резкий, острый вкус, который обусловлен наличием фенолоподобного вещества – гингерола [15].

В химическом составе корня имбиря преобладают углеводы – 16,0 %, в т.ч. пищевые волокна – 2,0 %; энергетическая ценность – около 334,4 кДж. Из минеральных веществ в имбире определены (в мг/100 г продукта): макроэлементы – калий (415,0 или 17,0 % РСП), кальций (16,0), натрий (13,0), магний (43,0), фосфор (34,0) и микроэлементы – железо (0,6), марганец (0,23), медь (0,23), цинк (0,34), селен (0,7 мкг), из витаминов – В₃ (0,75 мг), В₆ (0,16 мг), В₉ (11 мкг), Е (0,26 мг), С (5,0 мг) [16, 17].

Компоненты корня имбиря обладают антиоксидантным, противовоспалительным, противомикробным, спазмолитическим действием, снижают уровень холестерина и сахара в крови. Имбирь эффективен при острых респираторных заболеваниях и гриппе, оказывает благоприятное действие на сердечно-сосудистую систему (препятствует сгущению крови), повышает общий тонус [18].

Корневой сельдерей – двулетнее растение семейства зонтичных. Съедобная часть – крупный ароматный гипокотиль (корнеплод). В 100 г клубня сельдерея содержится 1,5 г белка, 0,3 г жира, 7,4 г углеводов, 1,8 г клетчатки; энергетическая ценность составляет 176 кДж. В 100 г продукта содержатся витамины (мг/%РСП): С (8,0), В₁ (0,05), В₂ (0,06), В₅ (0,35), В₆ (0,165), Е (0,36), К (41 мкг), из минеральных веществ в его составе присутствуют (мг) фосфор (115,0 или 14,4 % РСП) кальций (43,0), магний (20,0), железо (0,7), калий (300), цинк (0,33), селен (0,7 мкг) и др. [16, 17]. Корневой сельдерей (*Apium graveolens*) обладает гипотензивным, гиполипидемическим, антидиабетическим действием, что определяет его применение в профилактике и диетотерапии метаболического синдрома, а также как детоксицирующее средство [19–22].

Имбирь и сельдерей вводятся для обогащения продукта пищевыми волокнами, придания пряного аромата и использования природных антимикробных свойств.

Перед внесением в пресервы корни тщательно моют, очищают, сельдерей нарезают кубиками (10×10 мм), имбирь натирают крупной солью и выдерживают при температуре (4 ± 2) °С в течение 2–3 ч для снижения излишней остроты и удаления горечи. Имбирь ополаскивают и шинкуют тонкими пластинками вдоль волокон. Бланшируют имбирь и сельдерей в течение 2 мин в кипящей воде, затем охлаждают.

Белый лук *Allium sera* обладает выраженным мягким, слегка сладковатым вкусом. Луковицы подвергают механической кулинарной обработке, шинкуют полукольцами, укладывают в упаковку с варено-мороженым мясом, подготовленными имбирем и сельдереем в соотношениях согласно рецептуре.

Желейную заливку изготавливают на основе очищенной молочной сыворотки, которая выбрана благодаря низкой калорийности, наличию лактозы, участвующей в формировании вкуса, и способности нивелировать солёность. Хотя молочная сыворотка не традиционна для рыбной отрасли и исследования подтверждают перспективность её использования без предварительной очистки непосредственно в процессе посола [23–30], в данном рецепте предпочтение отдано очищенной сыворотке, что обеспечивает более стабильную консистенцию заливки и снижение содержания белковых примесей.

Для отделения белковой фракции сыворотку нагревают до температуры 90-95 °С при pH 4,6, выдерживают 10 мин. При этом белок денатурирует и выделяется в виде осадка, который отделяют фильтрованием. Степень извлечения сывороточного белка этим способом составляет 27 %. Остающиеся в молочной сыворотке азотистые соединения получили название протеозо-пептонной фракции. Это наиболее термостабильная часть сывороточных белков [31].

В 100 мл очищенной сыворотки содержится 45 мг общего азота (0,3 % белковых веществ), выявлено высокое содержание лактозы (4,2 %) и минеральных веществ (0,5 %), практическое отсутствие жиров, также установлено присутствие витаминов (мг в 100 г): В₁ - 0,34, В₂ - 0,03, В₆ - 0,12, С - 157,7 [32, 33]. Лактоза сыворотки, участвуя в расщеплении белков, оказывает положительное влияние на формирование вкуса и запаха пресервов и нивелирует соленость продукта.

К очищенной сыворотке добавляют соль и пряности. Крупнодробленные пряности помещают в сыворотку в марлевом/газовом мешочке и варят 20 мин, настаивают, при необходимости фильтруют.

Пектин вводят в очищенную сыворотку при температуре не выше 45 °С, предварительно смешав с сахаром. Пектин X-58 – комплексная добавка, включающая E440(ii) пектин – гелеобразователь, E450(i) динатриевый дифосфат – эмульгатор, E452(i) полифосфат натрия – стабилизатор, E341(iii) трикальция фосфат – регулятор кислотности. Пектин X-58 выбран благодаря способности образовывать термообратимый гель в среде с кальцием при отсутствии сахара, что важно для низкокалорийного продукта. Пектин способствует выведению токсичных соединений, не нарушая естественную микрофлору. Пектин благотворно влияет на метаболизм, способствуя снижению уровня холестерина в крови [34].

После равномерного растворения пектина заливку доводят до кипения, вводят яблочный уксус, бензойнокислый натрий. Наполненную тару с моллюсками, корнями имбиря, сельдерея и белым луком заливают горячей заливкой (65–70 °С).

Примеры вариантов рецептов желейной заливки представлены в таблице 1. Рецептуры, представленные в примерах 1–3, отличаются содержанием сахара. Экспериментально установлена оптимальная дозировка сахара - 8 мас.%, позволившая получить желейную заливку с приятным сбалансированным вкусом, при меньшей дозировке сахара, равной содержанию соли, заливка была пресной, большей (10,0 мас.%) – избыточной, учитывая, что продукт рекомендуется для людей с лишним весом.

Яблочный уксус позволил придать яркость продукту, подчеркнув сырные ноты и кисло-сладкий вкус (примеры 4–9). Оптимальная дозировка - 3,8 мас.% (пример 6), при более высокой концентрации в запахе пресервов преобладают уксусные ноты, остается послевкусие (пример 5), в примере 4 добавление уксуса (2,0 мас.%) практически не ощущается, композиция не выразительна.

Таблица 1 – Рецептуры желейной заливки

Наименование ингредиента	Содержание ингредиента в рецептуре желейной заливки, мас. %				
	пример № 1	пример № 2	пример № 3	пример № 4	пример № 5
Очищенная молочная сыворотка	81,4	85,4	83,4	81,4	77,4
Соль пищевая	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Сахар	10,0	6,0	8,0	8,0	8,0
Яблочный уксус 6%-ный	-	-	-	2,0	6,0
Гвоздика	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Перец душистый	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Лавровый лист	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Корица	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Пектин X-58	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Продолжение таблицы 1

Наименование ингредиента	Содержание ингредиента в рецептуре желейной заливки, мас. %			
	пример № 6	пример № 7	пример № 8	пример № 9
Очищенная молочная сыворотка	80,6	80,1	79,6	79,1
Соль пищевая	6,0	6,0	6,0	6,0
Сахар	8,0	8,0	8,0	8,0
Яблочный уксус 6%-ный	3,8	3,8	3,8	3,8
Гвоздика	0,17	0,17	0,17	0,17
Перец душистый	0,18	0,18	0,18	0,18
Лавровый лист	0,15	0,15	0,15	0,15
Корица	0,1	0,1	0,1	0,1
Пектин Х-58	1,0	1,5	2,0	2,5

Сравнивая консистенцию желейных заливок в примерах 6–9, оптимальной выбрана концентрация Пектина Х-58 – 2,0 %. В примерах 6 и 7 1,0–1,5%-ный пектин не дает устойчивого геля и при температуре $(18 \pm 2) ^\circ\text{C}$ заливка расслаивается, при 2-х и 2,5%-ной концентрации пектина (примеры 8, 9) желейная заливка приобретает ровную желейную консистенцию. Желаемый эффект нежного желе достигался при 2%-ной концентрации пектина. Продукт рекомендуется подавать в охлажденном виде (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика органолептических и физико-химических показателей пресервов из двустворчатых моллюсков в желейной заливке

Показатель	Характеристика
Вкус	Свойственный мясу моллюсков и внесенным ингредиентам рецептуры. Сочный, нежный для мяса. Умеренно-острый с имбирным послевкусием у желейной заливки.
Запах	С выраженными тонкими нотами пряностей, имбиря и сельдерея.
Цвет мяса	Свойственный продукту, от бледно-кремового до ярко оранжевого.
Консистенция: - мяса моллюсков - заливки	От плотной до мягкой. Нежное желе. Допускается жидкая фракция, не более 5 %.
Состояние: - мяса моллюсков - растительного компонента	Целое. Корнеплоды нарезаны на кусочки 10х10 мм (сельдерея), слайсы (имбирь); лук - полукольцами.
Массовая доля составных частей, %: - мяса моллюсков, не менее - желейной заливки, не более - корень сельдерея, не более - корень имбиря, не более - белый лук, не более	55 30 7 5 3
Массовая доля поваренной соли, %, не более	2,5
Массовая доля белка, %, не менее	8,0
Энергетическая ценность, ккал	67–70

Предложенная рецептурная композиция позволяет получить деликатесный продукт, сохранив при этом сочную консистенцию мяса двустворчатых моллюсков и объединив все

ингредиенты рецептуры нежной желейной заливкой. Растительные ингредиенты, включающие пищевые волокна, обогащают углеводную компоненту пресервов. Пресервы характеризуются низкой калорийностью (< 90 ккал). На композицию получен патент на изобретение [35].

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИОКТР по теме «Зарывающиеся моллюски Азовского моря: исследование видового разнообразия, опыта культивирования, пищевой ценности и безопасности» (№ госрегистра. 123032900004-8).

Список использованной литературы:

1. Булли Л.И., Битютская О.Е., Мазалова Н.Ф. Мировой опыт и перспективы промышленного выращивания клем // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2023. № 4. С. 38-59.
2. Bityutskaya O., Bulli L., Donchenko L., Mazalova N., Seregin S. Psammophilic bivalves of the Azov Sea. *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758) // BIO Web of Conferences. 2025. Vol. 160. P. 02019.
3. Битютская О.Е., Булли Л.И., Донченко Л.В., Лавриненко О.И., Мазалова Н.Ф., Макаренко А.О. Моллюск *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) как потенциальное сырье для деликатесных пищевых продуктов // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2024. № 4. С. 71-80.
4. Битютская О.Е. Систематизация способов комплексной переработки мидий // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2019. № 5-6 (371-372). С. 9-15.
5. ВНИРО изучает популяции промысловых моллюсков в Азовском море // ВНИРО. Пресс-служба ВНИРО. URL: <https://vniro.ru/index.php/ru/novosti/vniro-izuchaet-populyatsii-promyslovykh-mollyuskov-v-azovskom-more> (дата обращения: 07.08.2026).
6. Моллюск анадара – новый перспективный промысловый вид Азовского моря // Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»). 2023. URL: <https://azniirrh.vniro.ru/content/read/azniirrh-news/37920721-31-01-2023> (дата обращения: 07.08.2026).
7. Кузнецов О. Ученые предложили начать промысел в Азовском море деликатесного моллюска // Краснодарский край. 2024. URL: <https://kuban.rbc.ru/krasnodar/freenews/6662eb879a79470b0cccbf00> (дата обращения: 07.08.2026).
8. Патент № 2231272 РФ. Способ комплексной переработки двустворчатых зарывающихся моллюсков (клемов) (варианты) / Н.М. Купина, А.А. Зюзьгина, Н.Т. Поваляева, В.В. Киселев, Н.А. Герасимова. А 23 L 1/33. 2004.
9. Патент № 2202922 РФ. Способ производства пресервов / М.К. Глубоковский, А.Г. Абдурахманов, З.В. Слапогузова, А.И. Болтнев. А 23 L 1/325, А 23 В 4/00. 2003.
10. Патент № 2246237 РФ. Способ изготовления пресервов в желейной заливке / И.Н. Ким, О.В. Яркова, В.В. Кращенко, А 23 L 1/325, А 23 В 4/00. 2005.
11. Смолянский Б.Л., Лифляндский В.Г. Диетология. Новейший справочник для врачей. СПб.: Сова, М.: Эксмо, 2003. 816 с.
12. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки». URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320347> (дата обращения: 07.08.2026).
13. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 07.08.2026).
14. Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции». URL: https://eec.eaeunion.org/comission/departament/deptexreg/tr/TR_EEU_040_2016.php (дата обращения: 07.08.2026).
15. Похлебкин В.В. Все о пряностях. Виды, свойства, применение. М.: Центрполиграф, 2001. 336 с.
16. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. FoodData Central: Ginger root, raw. 2019. URL: <https://fdc.nal.usda.gov> (дата обращения: 07.08.2026).

17. Haytowitz D.B., Ahuja J.K.C., Wu X., Somanchi M., Nickle M., Nguyen Q.A., Roseland J.M., Williams J.R., Patterson K.Y., Li Y., Pehrsson P.R. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Legacy Release // FoodData Central [Internet dataset]. Beltsville, MD: Beltsville Human Nutrition Research Center, ARS, USDA, 2019. URL: <https://doi.org/10.15482/USDA.ADC/1529216> (дата обращения: 07.08.2026).
18. Складневский Л.Я. Целебные свойства пищевых растений. М.: Россельхозиздат, 1975. 272 с.
19. Shayani Rad M., Moohebat M., Mohajeri S.A. Effect of celery (*Apium graveolens*) seed extract on hypertension: A randomized, triple-blind, placebo-controlled, cross-over, clinical trial // *Phytotherapy Research*. 2022. Vol. 36. № 7. P. 2889-2907. DOI: 10.1002/ptr.7469.
20. Hedayati N., Bemani Naeini M., Mohammadinejad A., Mohajeri S.A. Beneficial effects of celery (*Apium graveolens*) on metabolic syndrome: A review of the existing evidences // *Phytotherapy Research*. 2019. Vol. 33. № 12. P. 3040-3053. DOI: 10.1002/ptr.6492.
21. Cho B.O., Che D.N., Shin J.Y., Kang H.J., Kim J.H., Jang S.I. Anti-obesity effects of enzyme-treated celery extract in mice fed with high-fat diet // *Journal of Food Biochemistry*. 2020. Vol. 44. № 1. P. e13105. DOI: 10.1111/jfbc.13105.
22. Tsi D., Das N.P., Tan B.K. Effects of aqueous celery (*Apium graveolens*) extract on lipid parameters of rats fed a high fat diet // *Planta Medica*. 1995. Vol. 61. № 1. P. 18–21. DOI: 10.1055/s-2006-957990.
23. Патент № 2159552 РФ. Способ производства консервов из гребешка / Т.П. Тубол, В.И. Базилевич, Т.П. Иваниенко. А 23 В 4/023, А 23 L 1/33. 2000.
24. Патент № 2320220 РФ. Способ производства деликатесных пресервов из неразделанной рыбы / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.И. Штанько, Г.А. Бачалов, Е.В. Мегада, А.А. Кузнецов, Е.В. Федосеева. А 23 L 1/325, А 23В 4/00. 2008.
25. Патент № 2330468 РФ. Способ производства деликатесных пресервов / Г.Н. Ким, Т.И. Штанько, Г.А. Бачалов. А 23 L 1/325, А 23 В 4/00. 2008.
26. Патент № 2330522 РФ. Способ производства консервов «Салат из кальмаров, картофеля и маринованных грибов» / О.И. Квасенков. А 23 L 1/33, А 23 L 3/00. 2008.
27. Патент № 2334420 РФ. Способ приготовления рыбы холодного копчения / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.И. Штанько, Е.В. Мегада, В.В. Лесняк. А 23 L 1/325, А 23 В 4/048. 2008.
28. Патент № 2335909 РФ. Способ приготовления рыбы горячего копчения / А.А. Косой, В.В. Кращенко, И.В. Максимов, А.В. Терещенко. А 23 В 4/044. 2008.
29. Патент № 2438334 РФ. Способ посола деликатесных рыб / А.А. Гребенюк, Ю.Г. Базарнова. А 23 В 4/023. 2012, Бюл. № 1.
30. Патент № 2440765 РФ. Способ получения пресервов / И.Н. Ким, Е.В. Федосеева, Г.А. Лазаренко. А 23 В 4/023, А 23 L 1/325. 2012, Бюл. № 3.
31. Патент № 2025076 РФ. Способ очистки молочной сыворотки / Е.Р. Абдулина. А 23 С 21/00, А 23 С 7/00. 1994.
32. Храмов А.Г. Молочная сыворотка. М.: Агропромиздат, 1990. 240 с.
33. Тюльпина О.В. Комплексная переработка творожной сыворотки с применением биополимеров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 14.12.12 / Ольга Вадимовна Тюльпина. Калининград, 2012. 28 с.
34. ГОСТ Р 55577-2013. Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. М.: Стандартинформ, 2014. 24 с.
35. Патент № 2835636 РФ. Пресервы из двустворчатых моллюсков (клем) в железной заливке / О.Е. Битютская, О.И. Лавриненко, Л.И. Булли, Н.Ф. Мазалова. А 23 L 17/00. 2025. Бюл. № 7.

References:

1. Bulli L.I., Bityutskaya O.E., Mazalova N.F. Mirovoy opyt i perspektivy promyshlennogo vyrashchivaniya klem [World experience and prospects of industrial clam cultivation]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2023, no. 4, pp. 38-59. (In Russian).

2. Bityutskaya O., Bulli L., Donchenko L., Mazalova N., Seregin S. Psammophilic bivalves of the Azov Sea. *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758). *BIO Web of Conferences*, 2025, vol. 160, pp. 02019. (In English).
3. Bityutskaya O.E., Bulli L.I., Donchenko L.V., Lavrinenko O.I., Mazalova N.F., Makarenko A.O. Mollyusk *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) kak potentsialnoye syrye dlya delikatesnykh pishchevykh produktov [The mollusk *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) as a potential raw material for delicatessen food products]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2024, no. 4, pp. 71-80. (In Russian).
4. Bityutskaya O.E. Sistematizatsiya sposobov kompleksnoy pererabotki midiy [Systematization of methods for complex processing of mussels]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya* [News of Higher Educational Institutions. Food Technology], 2019, no. 5-6 (371-372), pp. 9-15. (In Russian).
5. VNIRO izuchayet populyatsii promyslovykh mollyuskov v Azovskom more [VNIRO studies populations of commercial mollusks in the Sea of Azov]. *VNIRO. Press-sluzhba VNIRO* [VNIRO. Press Service]. (In Russian). Available at: <https://vniro.ru/index.php/ru/novosti/vniro-izuchaet-populyatsii-promyslovykh-mollyuskov-v-azovskom-more> (accessed 07.08.2026).
6. Mollyusk anadara – novyy perspektivnyy promyslovyy vid Azovskogo morya [The mollusk anadara – a new promising commercial species of the Sea of Azov]. *Azovo-Chernomorskiy filial FGBNU «VNIRO» («AzNIIRKH»)* [Azov-Black Sea Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “VNIRO” (“AzNIIRKH”)]. 2023. (In Russian). Available at: <https://azniirkh.vniro.ru/content/read/azniirkh-news/37920721-31-01-2023> (accessed 07.08.2026).
7. Kuznetsov O. Uchenyye predlozhili nachat promysel v Azovskom more delikatesnogo mollyuska [Scientists proposed starting the commercial harvest of a delicacy mollusk in the Sea of Azov]. *Krasnodarskiy kray*. [Krasnodar Krai], 2024. (In Russian). Available at: <https://kuban.rbc.ru/krasnodar/freenews/6662eb879a79470b0cccbf00>. (accessed 07.08.2026).
8. Kupina N.M., Zyuzgina A.A., Povalyayeva N.T., Kiselev V.V., Gerasimova N.A. *Sposob kompleksnoy pererabotki dvustvorchatykh zaryvayushchikhsya mollyuskov (klemov) (varianty)* [Method for complex processing of burrowing bivalve mollusks (clams) (variants)]. Patent RF no. 2231272, A 23 L 1/33, 2004. (In Russian).
9. Glubokovskiy M.K., Abdurakhmanov A.G., Slapoguzova Z.V., Boltnev A.I. *Sposob proizvodstva preservov* [Method for producing preserves]. Patent RF no. 2202922, A 23 L 1/325, A 23 B 4/00, 2003. (In Russian).
10. Kim I.N., Yarkova O.V., Krashchenko V.V. *Sposob izgotovleniya preservov v zheleynoy zalivke* [Method for producing preserves in jelly filling]. Patent RF no. 2246237, A 23 L 1/325, A 23 B 4/00, 2005. (In Russian).
11. Smolyanskiy B.L., Lifyandskiy V.G. *Dietologiya. Noveyshiyy spravochnik dlya vrachey* [Dietology. The newest reference book for physicians]. St. Petersburg, Sova Publ., Moscow, Eksmo Publ., 2003, 816 p. (In Russian).
12. *Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 022/2011 «Pishchevaya produktsiya v chasti eye markirovki»* [Customs Union Technical Regulation TR CU 022/2011 “Food Products in Terms of Their Labeling”]. (In Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902320347> (accessed 07.08.2026).
13. *Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 021/2011 «O bezopasnosti pishchevoy produktsii»* [Customs Union Technical Regulation TR CU 021/2011 “On Food Safety”]. (In Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (accessed 07.08.2026).
14. *Tekhnicheskii reglament Evraziyskogo ekonomicheskogo soyuza TR EAEU 040/2016 «O bezopasnosti ryby i rybnoy produktsii»* [Technical Regulation of the Eurasian Economic Union TR EAEU 040/2016 “On the Safety of Fish and Fish Products”]. (In Russian). Available at: https://eec.eaunion.org/comission/departament/deptexreg/tr/TR_EEU_040_2016.php (accessed 07.08.2026).
15. Pokhlebkina V.V. *Vse o pryanostryakh. Vidy, svoystva, primeneniye* [All about Spices. Types, Properties, Applications]. Moscow, Tsentrpoligraf Publ., 2001, 336 p. (In Russian).

16. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. FoodData Central: Ginger root, raw. 2019. (In English). Available at: <https://fdc.nal.usda.gov> (accessed 07.08.2026).
17. Haytowitz D.B., Ahuja J.K.C., Wu X., Somanchi M., Nickle M., Nguyen Q.A., Roseland J.M., Williams J.R., Patterson K.Y., Li Y., Pehrsson P.R. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Legacy Release. *FoodData Central* [Internet dataset]. Beltsville, MD: Beltsville Human Nutrition Research Center, ARS, USDA, 2019. (In English). Available at: <https://doi.org/10.15482/USDA.ADC/1529216>. (accessed 07.08.2026).
18. Sklyarevskiy L.Ya. *Tselebnyye svoystva pishchevykh rasteniy* [Medicinal Properties of Food Plants]. Moscow, Rosselkhozizdat Publ., 1975, 272 p. (In Russian).
19. Shayani Rad M., Moohebat M., Mohajeri S.A. Effect of celery (*Apium graveolens*) seed extract on hypertension: A randomized, triple-blind, placebo-controlled, cross-over, clinical trial. *Phytotherapy Research*, 2022, vol. 36, no. 7, pp. 2889-2907. (In English). DOI: 10.1002/ptr.7469. PMID: 35624525.
20. Hedayati N., Bemani Naeini M., Mohammadinejad A., Mohajeri S.A. Beneficial effects of celery (*Apium graveolens*) on metabolic syndrome: A review of the existing evidences. *Phytotherapy Research*. 2019. vol. 33, no. 12, pp. 3040-3053. (In English). DOI: 10.1002/ptr.6492.
21. Cho B.O., Che D.N., Shin J.Y., Kang H.J., Kim J.H., Jang S.I. Anti-obesity effects of enzyme-treated celery extract in mice fed with high-fat diet. *Journal of Food Biochemistry*, 2020, vol. 44, no. 1, pp. e13105. (In English). DOI: 10.1111/jfbc.13105.
22. Tsi D., Das N.P., Tan B.K. Effects of aqueous celery (*Apium graveolens*) extract on lipid parameters of rats fed a high fat diet. *Planta Medica*, 1995, vol. 61, no. 1, pp. 18–21. (In English). DOI: 10.1055/s-2006-957990.
23. Tubol T.P., Bazilevich V.I., Ivanienko T.P. *Sposob proizvodstva konservov iz grebeshka* [Method for producing canned scallop]. Patent RF no. 2159552, A 23 B 4/023, A 23 L 1/33, 2000. (In Russian).
24. Kim G.N., Kim I.N., Shtanko T.I., Bachalov G.A., Megeda Ye.V., Kuznetsov A.A., Fedoseyeva Ye.V. *Sposob proizvodstva delikatesnykh preservov iz nerazdelannoy ryby* [Method for producing delicatessen preserves from non-dressed fish]. Patent RF no. 2320220, A 23 L 1/325, A 23 B 4/00, 2008. (In Russian).
25. Kim G.N., Shtanko T.I., Bachalov G.A. *Sposob proizvodstva delikatesnykh preservov* [Method for producing delicatessen preserves]. Patent RF no. 2330468, A 23 L 1/325, A 23 B 4/00, 2008. (In Russian).
26. Kvasenkov O.I. *Sposob proizvodstva konservov «Salat iz kalmarov, kartofelya i marinovannykh gribov»* [Method for producing canned salad “Squid, Potato and Pickled Mushroom Salad”]. Patent RF no. 2330522, A 23 L 1/33, A 23 L 3/00, 2008. (In Russian).
27. Kim G.N., Kim I.N., Shtanko T.I., Megeda Ye.V., Lesnyak V.V. *Sposob prigotovleniya ryby kholodnogo koptcheniya* [Method for preparing cold-smoked fish]. Patent RF no. 2334420, A 23 L 1/325, A 23 B 4/048, 2008. (In Russian).
28. Kosoy A.A., Krashchenko V.V., Maksimov I.V., Tereshchenko A.V. *Sposob prigotovleniya ryby goryachego koptcheniya* [Method for preparing hot-smoked fish]. Patent RF no. 2335909, A 23 B 4/044, 2008. (In Russian).
29. Grebenyuk A.A., Bazarnova Yu.G. *Sposob posola delikatesnykh ryb* [Method for salting delicatessen fish]. Patent RF no. 2438334, A 23 B 4/023, 2012. (In Russian).
30. Kim I.N., Fedoseyeva Ye.V., Lazarenko G.A. *Sposob polucheniya preservov* [Method for producing preserves]. Patent RF no. 2440765, A 23 B 4/023, A 23 L 1/325, 2012. (In Russian).
31. Abdulina Ye.R. *Sposob ochistki molochnoy syvorotki* [Method for purification of milk whey]. Patent RF no. 2025076, A 23 C 21/00, A 23 C 7/00, 1994. (In Russian).
32. Khramtsov A.G. *Molochnaya syvorotka* [Milk Whey]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1990, 240 p. (In Russian).
33. Tyulpina O.V. *Kompleksnaya pererabotka tvorozhnoy syvorotki s primeneniym biopolimerov Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk* [Complex processing of curd whey using biopolymers. Cand. tekhn. sci. diss. abstr.]. Kaliningrad, 2012, 28 p. (In Russian).
34. *GOST R 55577-2013. Produkty pishchevyye spetsializirovannyye i funktsionalnyye. Informatsiya ob otlichitelnykh priznakakh i effektivnosti* [State Standard R 55577-2013. Specialized and

functional food products. Information on distinctive features and effectiveness]. Moscow, Standartinform Publ., 2014, 24 p. (In Russian).

35. Bityutskaya O.E., Lavrinenko O.I., Bulli L.I., Mazalova N.F. *Preservy iz dvustvorchatykh mollyuskov (klem) v zheleynoy zalivke* [Preserves from bivalve mollusks (clams) in jelly filling]. Patent RF no. 2835636, A 23 L 17/00, 2025. (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 Food Technology
Kerch State Marine Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
olha98306@yandex.ru

**Лавриненко
Ольга Ивановна**

старший преподаватель кафедры технологии продуктов питания
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
olgalavrrony@gmail.com

Lavrinenko
Olga Ivanovna

Senior Lecturer at the Department of technology food
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
olgalavrrony@gmail.com

**Мазалова
Наталья Федоровна**

канд. наук госупр., доцент кафедры технологии продуктов питания
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
shcherbakovanf@mail

Mazalova
Natalya 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
shcherbakovanf@mail

**Шкуро
Дарья Валентиновна**

магистрант 2-го курса направления подготовки «Продукты питания животного происхождения»
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

Shkuro
Darya Valentinovna

Master's student of the 1st year of the training direction "Food products of animal origin"
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

УДК 664.95

Катанаева Ю.А., Головинов В.П., Яшонков А.А., Кисилёв Н.А., Устинова М.Э.
**К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ПРИ ДОЗИРОВАНИИ ВЯЗКИХ
ПИЩЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ В РЫБНЫЕ КОНСЕРВЫ**

Аннотация. В условиях современного промышленного производства, особенно в секторе рыбопереработки и выпуска консервированной продукции, автоматизация процессов порционного внесения вязких компонентов (соусов, заливок, пастообразных добавок) становится приоритетной задачей. Точность функционирования систем дозирования напрямую коррелирует с соблюдением стандартов качества готовых рыбных консервов, органолептической стабильностью продукта и общей рентабельностью предприятия. Данная научная работа посвящена детальному анализу и обоснованию конструкции специализированного дозирующего устройства, адаптированного для работы с высококонсистентными средами. В статье подробно рассмотрены конструктивные особенности предлагаемого аппарата, реализующего синергию шнекового нагнетания и роторно-поршневой выдачи дозы. Такой подход позволяет минимизировать погрешность дозирования и исключить негативное влияние адгезии продукта на точность отсечки. Автором предложена оригинальная методика определения и расчета мощностных характеристик привода дозатора. Данная методика базируется на учете реологических свойств вязких продуктов, геометрических параметров рабочих органов и гидродинамического сопротивления системы. Описанный алгоритм расчета позволяет эффективно оптимизировать энергопотребление оборудования еще на этапе проектирования.

Ключевые слова: дозатор для вязких пищевых продуктов, привод, лопастной шнек, бункер, система дозирования, эксцентриковая система, шнековый конвейер.

Katanaeva Yu.A., Golovinov V.P., Yashonkov A.A., Kisilev N.A., Ustinova M.E.
**ON THE ISSUE OF POWER DETERMINATION IN DOSING VISCOUS FOOD
COMPONENTS FOR CANNED FISH PRODUCTS**

Abstract. In modern industrial production, particularly within the fish processing and canning sector, the automation of portioned dosing for viscous components (sauces, fillings, and paste-like additives) has become a priority. The operational accuracy of dosing systems correlates directly with adherence to quality standards for finished canned fish, product organoleptic stability, and overall enterprise profitability. This research is devoted to a detailed analysis and substantiation of the design of a specialized dosing device adapted for high-consistency media. The article examines the structural features of the proposed apparatus, which utilizes a synergy of screw injection and rotary-piston delivery. This approach minimizes dosing errors and eliminates the adverse effects of product adhesion on cutoff accuracy. An original methodology for determining and calculating the power characteristics of the dispenser drive is proposed, based on the rheological properties of viscous products, geometric parameters of the working elements, and the hydrodynamic resistance of the system. The described calculation algorithm enables the effective optimization of equipment energy consumption during the design phase.

Keywords: viscous food dispenser, drive, paddle screw, hopper, dosing system, eccentric system, screw conveyor.

Введение. Одним из основных и важных процессов производства рыбо-овощных консервов является процесс внесения овощных компонентов в жестяную и стеклянную тару, уже наполненную основным рыбным продуктом. Ассортимент компонентов, используемых в качестве добавок, весьма разнообразен. Среди них можно выделить две самостоятельные группы: специи и заливки. К специям относятся следующие добавки: соль, лавровый лист, черный душистый перец, лук, овощи и др. [1, 2].

За последние годы было предложено большое количество конструктивных решений машин для дозирования овощных добавок в рыбные консервы [3–5].

Для дозирования овощных гарниров и лука используются машины непрерывного дозирования линейного типа. Как правило, эти машины применяются в составе комплексно-механизированных линий [6].

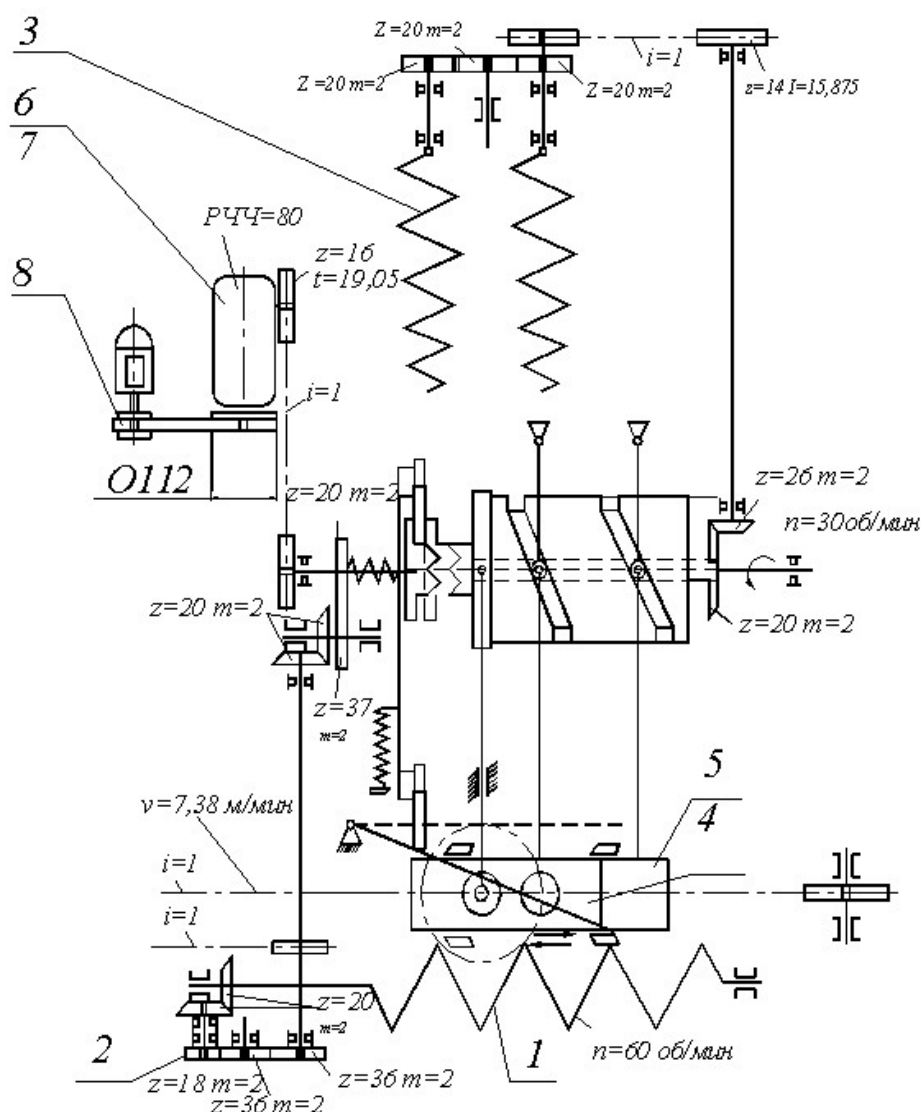


Рисунок 1 – Кинематическая схема машины ИДА-110 для дозирования лука

Машина состоит из следующих основных узлов: шагового делителя 1, привода механизма дозирования, станины, загрузочного бункера.

Шаговый делитель предназначен для подачи банок транспортером 2 с определенным шагом. Привод механизма дозирования используется для приведения в движение шнеков 3, копиров 4, движка 5 и блокирующего устройства для банок. Привод включает в себя редуктор 6, электродвигатель 7, ременную и цепную передачи 8.

Загрузочный бункер устанавливается на станине под транспортером. Бункер имеет два отверстия, из которых попеременно подается продукт, два шнека, направляющих лук в эти отверстия, и направляющие.

В бункер с двумя вращающимися шнеками вручную загружается измельченный сырой лук. При помощи шнеков он попеременно подается к ячейкам движка через два конусных отверстия бункера.

В процессе заполнения ячейки луком нож отсекает порцию, а ползун (движок) перемещается до совмещения другой ячейки со вторым отверстием бункера. Из заполненной ячейки лук выталкивается поршнем в консервную банку, подаваемую транспортером. При заполнении второй ячейки срабатывает второй нож, а ползун возвращается в исходное положение. Движение ножа и ползуна осуществляется посредством кулачкового механизма. Пустые банки подаются пластинчатым транспортером, на котором они распределяются с определенным шагом при помощи шагового шнека, приводимого в движение через зубчатую передачу от привода механизма дозирования. В случае отсутствия банки блокирующее устройство отключает механизмы дозирования.

В 2024-2025 годах спрос на запчасти и новые единицы типа ИДА-110 вырос, так как европейское оборудование для дозирования овощей (например, фирм Cabinplant или Ishida) стало сложнее обслуживать. Российские заводы пищевого машиностроения (например, в Бологом или Калининграде) выпускают аналоги или модернизированные версии этого агрегата. Известны и другие машины для дозирования овощных компонентов [7].

Целью исследования является обоснование области применения дозаторов с роторно-поршневым способом дозирования вязких пищевых добавок (например, овощей в рыбные консервы) и определение затрат мощности в процессе работы подобных дозаторов.

В данной работе решаются следующие взаимосвязанные задачи:

- обоснование выбора основных параметров дозатора (производительность, наличие лопастей шнека и способ их закрепления на вращающемся валу);
- кинематика работы, подающей и дозирующей систем;
- определение затрат мощности в отдельных звеньях дозатора;
- обоснование конструкции привода дозатора.

Материалы и методы исследования. Дозировочные машины, используемые в составе консервных линий, существенно отличаются друг от друга конструкцией, принципом действия и производительностью. Применение того или иного типа машин в каждом конкретном случае определяется характеристиками овощных добавок, их физико-химическими свойствами и необходимой степенью точности дозирования [8, 9].

Представленное техническое решение направлено на совершенствование процесса порционной подачи вязких пищевых добавок. Дозатор представляет собой комбинированную систему, состоящую из шнекового питателя и роторно-поршневого распределителя. Первичная подача и гомогенизация сырья осуществляются в приёмной ёмкости (2) посредством вала шнекового нагнетателя (3) с лопастями (4). Шнековый питатель (5), стабилизированный опорной крестовиной (7) внутри направляющего стакана (6), обеспечивает избыточное давление в зоне нагнетания, при этом подрезной нож (8) предотвращает налипание продукта. Функция точного дозирования реализована в роторном блоке (10, 11), установленном в корпусе (9). Объёмная выдача дозы осуществляется в мерных (дозирующих) камерах (17) за счёт циклического перемещения поршней (12). Заданная траектория и амплитуда хода поршневой группы детерминированы геометрией профильного направляющего копира (19), по которому перемещается эксцентриковая система управления

(18).

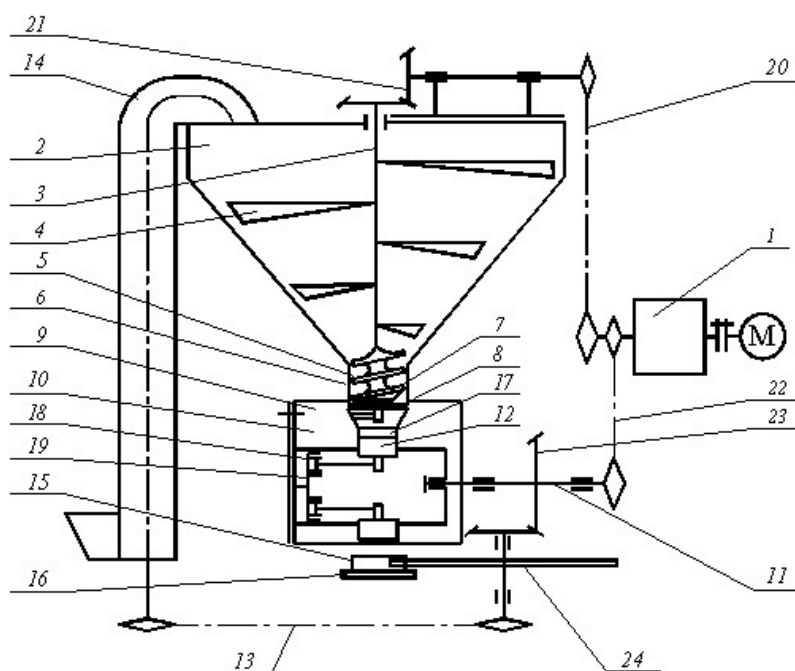


Рисунок 2 – Дозатор вязких пищевых добавок:

1 – привод; 2 – приемная емкость; 3 – вал шнекового нагнетателя; 4 – лопасти; 5 – шнековый питатель; 6 – направляющий стакан; 7 – опора шнека; 8 – отсекающий (подрезной) нож; 9 – корпус; 10 – вращающийся блок дозирования; 11 – опорный узел ротора; 12 – поршни; 13, 20, 22 – промежуточные цепные передачи; 14 – шнековый транспортер подачи сырья; 15 – приемная тара; 16 – линейный транспортер; 17 – мерная (дозирующая) камера; 18 – эксцентриковый механизм; 19 – профильный направляющий копир; 21, 23 – конические зубчатые зацепления; 24 – распределительная звездочка

Результаты исследования и их обсуждение. Мощность, необходимая для работы дозатора, складывается из мощностей, затрачиваемых на перемешивание и перемещение продукта в бункере, на дозирующую систему, а также на подачу продукта в бункер винтовым конвейером.

Мощность, затрачиваемая на перемешивание и перемещение продукта в бункере, определяется сопротивлением при перемешивании лопастями шнека, а также при его перемещении вниз по бункеру к отверстиям, где установлена дозирующая система.

При расчете необходимо учитывать воздействие лопастей на горизонтальное перемещение продукта (перемешивание) и на его осевое перемещение вдоль вала шнека. Радиальная и осевая составляющие зависят от угла закручивания лопасти [10].

На рисунке 3 представлена расчетная схема сил, действующих на лопасть.

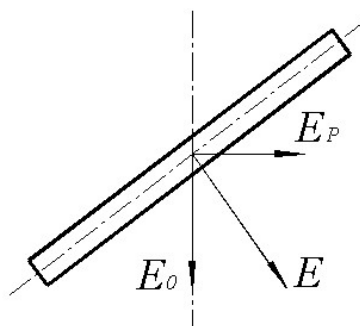


Рисунок 3 – Расчетная схема сил, действующих на лопасть

Радиальная (E_P) и осевая (E_O) составляющие равнодействующих сил сопротивления определяются по формулам:

$$E_P = E \cos \alpha + E\mu \sin \alpha = E (\cos \alpha + \mu \sin \alpha); \quad (1)$$

$$E_O = E \sin \alpha + E\mu \cos \alpha = E (\sin \alpha + \mu \cos \alpha), \quad (2)$$

где μ – коэффициент трения лопастей о продукт.

Величина силы E определяется по формуле:

$$E = F\gamma t g^2 \left(45 + \frac{\rho}{2}\right) g, \quad (3)$$

где F – площадь лопасти, погруженной в продукт, мм²;

h – глубина погружения лопасти в продукт, мм;

γ – плотность продукта, кг/м³;

ρ – угол внутреннего трения продукта, град.

Принимаем $\rho = 35^\circ \dots 45^\circ$; $\mu = 0,6$; $\gamma = 0,74 \cdot 10^3$ кг/м³ – данные для перловой крупы с морковью и луком, смоченных водой.

Найдем все значения для определения E_P и E_O (принимаем семь лопастей, установленных на валу). Для этого сначала определим величину E :

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 = \\ = (F_1 h_1 + F_1 h_1 + F_1 h_1 + F_1 h_1 + F_1 h_1 + F_1 h_1 + F_1 h_1) \gamma t g^2 \left(45 + \frac{\rho}{2}\right) g, \quad (4)$$

Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Площадь лопастей

Номер лопасти	1	2	3	4	5	6	7
F , см	96,8	78,8	46,25	32,1	87,8	53,55	40,5
h , см	4,0	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0
Fh , см ²	387,2	315,2	138,15	96,3	351,2	160,65	120,5

Значение E будет равно:

$$E = (387,2 + 315,2 + 138,15 + 96,3 + 351,2 + 160,65 + 120,5) \cdot 0,00074 t g^2 \left(45 + \frac{45^\circ}{2}\right) 9,8 = 68 \text{ Н.}$$

Находим значения E_P и E_O в зависимости от угла α . Все значения приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Влияние угла наклона лопастей на коэффициент трения

Град.	$\cos \alpha$	$\sin \alpha$	$\mu \cos \alpha$	$\mu \sin \alpha$	$\cos \alpha + \mu \sin \alpha$	$\sin \alpha - \mu \cos \alpha$
1°	0,9998	0,0175	0,5999	0,0105	1,0103	-0,5823
2°	0,9994	0,0349	0,5996	0,0209	1,0203	-0,5647
3°	0,9984	0,0523	0,599	0,0313	1,0299	-0,5468
4°	0,9976	0,0698	0,5986	0,0418	1,0394	-0,5287
5°	0,9962	0,0872	0,5997	0,0523	1,0485	-0,5105
6°	0,9945	0,1045	0,5967	0,0627	1,0572	-0,4922
8°	0,9903	0,1392	0,5942	0,0835	1,0738	-0,4549

Таблица 3 – Зависимость радиальных и осевых сил от угла их поворота

Угол поворота	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
$E_P = E(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$, Н	68,7	69,4	70	70,7	71,3	71,90	73
$E_O = E(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$, Н	-39,6	-38,3	-37,2	-36	-34,70	-33,4	-30,9

На основании данных таблиц 2 и 3 построен график зависимости E_P и E_O от угла α . График представлен на рисунке 4.

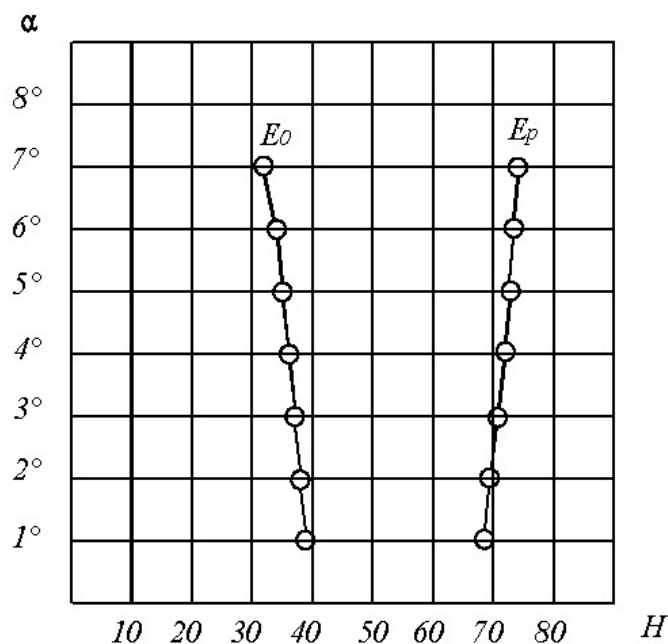


Рисунок 4 – График зависимости радиальных E_P и осевых E_O сил от угла их поворота

Найдем значения радиальной ϑ_P и осевой ϑ_O скоростей для каждой лопасти в зависимости от угла α по формулам:

$$\vartheta_P = \omega r i \vartheta_O = \vartheta_O \cos \alpha \cdot \sin \alpha, \quad (5)$$

где $r = x_c$ – центр тяжести лопасти. Значения r внесены в таблицу 4.

Таблица 4 – Изменение величины центра тяжести лопастей

Номер лопасти	1	2	3	4	5	6	7
$r = x_c$, мм	126,7	98,6	76,9	53,7	109,8	89,3	67,6

Значения $\sin \alpha$ и $\cos \alpha$ берем из таблицы 2.

Значения радиальной и осевой скоростей приводим в таблице 5.

Таблица 5 – Зависимость радиальной и осевой скоростей от угла наклона лопастей

Номер лопасти	1	2	3	4	5	6	7
ϑ_P , м/с	8,9	6,9	5,38	3,76	7,69	6,25	4,73
ϑ_O , м/с	0,156	0,24	0,281	0,262	0,67	0,65	0,65

Значение мощности на перемешивание и перемещение продукта в бункере определяем по формуле:

$$N_{\text{п}} = \sum_{i=1}^7 \frac{(E_{P\vartheta_P} + E_{0\vartheta_0})h}{102 \cdot 100}, \text{ кВт.} \quad (6)$$

Для удобства значения $E_{P\vartheta_P}$ и $E_{0\vartheta_0}$ приводим в таблице 6.

Таблица 6 – Усилия для перемешивания и перемещения продукта

Угол поворота	1°	2°	3°	4°	5°	6°	8°
$E_{P\vartheta_P}$	61,1	47,9	37,7	26,6	54,8	44,9	34,5
$E_{0\vartheta_0}$	-0,62	-0,92	-1,05	-0,94	-2,32	-2,17	-2,0

Тогда

$$N_{\text{п}} = \sum_{i=1}^7 \frac{(307,5 - 10,0) \cdot 70}{102 \cdot 100} = 2,04 \text{ кВт.}$$

Потребляемая мощность дозирующей системы определяется усилием вращения её компонентов и окружной скоростью ротора, и рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{д}} = \frac{P \cdot u}{\eta_{\text{об}}}, \quad (7)$$

где P – усилие на вращение дозирующей системы, Н;

u – окружная скорость ротора, м/с;

$\eta_{\text{об}}$ – общий КПД дозирующей системы.

Усилие на вращение дозирующей системы определяется по формуле:

$$P = P_{\text{п}} f k m = 200 \cdot 0,2 \cdot 3,0 \cdot 6 = 720 \text{ Н}, \quad (8)$$

где $P_{\text{п}} = 200 \text{ Н}$ – сила перемещения поршня в мерной камере с учетом поворота ротора;

$f = 0,2$ – коэффициент, учитывающий трение в опоре ролика эксцентриковой системы;

$k = 3,0$ – коэффициент, учитывающий потери на отрезание дозы продукта при его выходе из бункера питателя;

$m = 6$ – количество дозирующих поршней.

Окружная скорость ротора составит:

$$u = \frac{\pi D n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,3 \cdot 15}{60} = 0,24 \text{ м/с}, \quad (9)$$

где $D = 300 \text{ мм}$ – диаметр ротора дозирующей системы, принятый конструктивно;

$n = 15 \text{ об/мин}$ – частота вращения ротора.

Общий КПД дозирующей системы определяем из выражения:

$$\eta_{\text{об}} = \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{з}} \cdot \eta_{\text{п}}^2 = 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,99^2 = 0,94, \quad (10)$$

где $\eta_{\text{ц}} = 0,98$ – КПД цепной передачи;

$\eta_{\text{з}} = 0,98$ – КПД конической зубчатой пары;

$\eta_{\text{п}} = 0,99$ – КПД одной пары подшипников.

Тогда

$$N_d = \frac{P \cdot u}{\eta_{об}} = \frac{720 \cdot 0,24}{0,94} = 184 \text{ Вт} = 0,184 \text{ кВт.}$$

Мощность, необходимая для подачи продукта в бункер винтовым конвейером, затрачивается на перемещение груза от загрузочного лотка до приемного окна бункера.

$$N = \frac{QHk_{п} \cdot k_{пр} \cdot k_{\beta} \cdot g}{\eta} = \frac{0,35 \cdot 2,1 \cdot 1,1 \cdot 5,3 \cdot 2,5 \cdot 9,81}{0,98} = 87 \text{ Вт} = 0,087 \text{ кВт.}$$

Суммарная мощность привода дозатора с учетом коэффициента запаса $k_{зап} = 1,1$ будет равна:

$$N_{\Sigma} = (N_{п} + N_d + N) k_{зап} = (2,04 + 0,184 + 0,087) 1,1 = 2,54 \text{ кВт.}$$

Применение дозатора для вязких пищевых продуктов позволяет варьировать величину дозы в широких пределах, повышает надежность работы и точность дозирования. При этом полностью исключаются потери дозируемого продукта.

Выводы. В данной статье предложена конструкция дозатора овощных добавок в рыбные консервы с возможностью изменения дозы в широком диапазоне без необходимости переделки конструкции самого аппарата, а также разработана методика определения мощности, затрачиваемой на дозирование в отдельных узлах устройства, с учетом изменения вязкости и других параметров дозируемых компонентов.

Перспективой дальнейших исследований в данном направлении является экспериментальная проверка работоспособности и выявление возможных конструктивных недостатков создаваемого дозатора.

Список использованной литературы:

1. Долбнина Н. В., Давлетишина Т. А., Шульгина Л. В. и др. Технология производства овощерыбных консервов // Известия ТИНРО. 2007. № 150. С. 408–413.
2. Максимова С. Н., Швидкая З. П., Панчишина Е. М. Технология консервов из водных биологических ресурсов. СПб.: Лань, 2019. 144 с.
3. Пронин А. Н. Классификация дозирующих устройств и их ключевая роль в производстве // Вестник НГИЭИ. 2023. № 9 (148). С. 43–50. DOI: 10.24412/2227-9407-2023-9-43-50.
4. Сеницын Б. Н., Ерохин А. С. Дозаторы непрерывного действия – средства автоматизации процессов дозирования. Обзорная информация. М.: Машиностроение, 1982. 386 с.
5. Чжао В., Жавнер М. В., Жавнер В. Л. Универсальные дозаторы для малых предприятий пищевой промышленности // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2019. № 2. С. 19–26. DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-2-19-26.
6. Шушпанников А. Б., Федосенков Б. А. Моделирование процесса порционного дозирования // Техника и технология пищевых производств. 2010. № 2 (17). С. 105–109.
7. Фалько А. Л., Хоменко К. С. Совершенствование технологий рыбомучного производства в современных условиях // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2020. № 3. С. 68–77. DOI: 10.47404/2619-0605_2020_3_68.
8. Горлатов А. С. Взаимосвязь производительности и точности дозирования в машинах для наполнения банок рыбой // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2002. № 5-6. С. 47–49.
9. Алексеев Г. В., Савельев А. В., Малыхин А. П. Влияние структурно-механических свойств ингредиентов на процесс их дозирования // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2024. № 4. С. 257–263. DOI: 10.24412/2311-6447-2024-4-257-263.
10. Подгорный Ю. И., Мартынова Т. Г., Скиба В. Ю. Синтез технологических машин. Расчет

и конструирование: монография. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2023. 240 с.

References:

1. Dolbnina N.V., Davletshina T.A., Shul'gina L.V. et al. Tekhnologiya proizvodstva ovoshnery`bny`x konservov [Technology for the production of vegetable-and-fish canned goods]. *Izvestiya TINRO* [News of TINRO], 2007, no. 150, pp. 408–413. (In Russian).
2. Maksimova S.N., Shvidkaya Z.P., Panchishina Ye.M. *Tekhnologiya konservov iz vodny`x biologicheskix resursov* [Technology of canned products from aquatic biological resources]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2019, 144 p. (In Russian).
3. Pronin A.N. Klassifikatsiya doziruyushhix ustroystv i ix klyuchevaya rol' v proizvodstve [Classification of dosing devices and their key role in production]. *Vestnik NGIEI* [Bulletin of NGIEI], 2023, no. 9 (148), pp. 43–50. (In Russian). DOI: 10.24412/2227-9407-2023-9-43-50.
4. Sinitsyn B.N., Yerokhin A.S. *Dozatory` neprery`vnogo dejstviya – sredstva avtomatizatsii processov dozirovaniya. Obzornaya informatsiya* [Continuous-action feeders – automation means for dosing processes. Review information]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1982, 386 p. (In Russian).
5. Chzhao V., Zhavner M.V., Zhavner V.L. Universal'ny`e dozatory` dlya maly`x predpriyatij pishhevoj promy`shlennosti [Universal dispensers for small enterprises of the food industry]. *Nauchny`j zhurnal NIU ITMO. Seriya: Processy` i apparaty` pishhevy`x proizvodstv* [Scientific journal of NRU ITMO. Series: Processes and equipment for food production], 2019, no. 2, pp. 19–26. (In Russian). DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-2-19-26.
6. Shushpannikov A.B., Fedosenkov B.A. Modelirovanie processa porcionnogo dozirovaniya [Modeling of batch dosing process]. *Tekhnika i tekhnologiya pishhevy`x proizvodstv* [Equipment and technology of food production], 2010, no. 2 (17), pp. 105–109. (In Russian).
7. Fal'ko A.L., Khomenko K.S. Sovershenstvovanie tekhnologiy ry`bomuchnogo proizvodstva v sovremenny`x usloviyax [Improvement of fishmeal production technologies in modern conditions]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2020, no. 3, pp. 68–77. (In Russian). DOI: 10.47404/2619-0605_2020_3_68.
8. Gorlatov A.S. Vzaimosvyaz' proizvoditel'nosti i tochnosti dozirovaniya v mashinax dlya napolneniya banok ry`boj [Interrelation between productivity and dosing accuracy in machines for filling cans with fish]. *Izvestiya vy`sshix uchebny`x zavedenij. Pishhevaya tekhnologiya* [News of higher educational institutions. Food technology], 2002, no. 5-6, pp. 47–49. (In Russian).
9. Alekseyev G.V., Savel'yev A.V., Malykhin A.P. Vliyanie strukturno-mexanicheskix svoystv ingredientov na process ix dozirovaniya [Influence of structural and mechanical properties of ingredients on their dosing process]. *Tekhnologii pishhevoj i pererabaty`vayushhej promy`shlennosti APK – produkty` zdorovogo pitaniya* [Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products], 2024, no. 4, pp. 257–263. (In Russian). DOI: 10.24412/2311-6447-2024-4-257-263.
10. Podgornyy Yu.I., Martynova T.G., Skiba V.Yu. *Sintez tekhnologicheskix mashin. Raschet i konstruirovaniye* [Synthesis of technological machines. Calculation and design]. Novosibirsk, Novosibirsk State Technical University Publ., 2023, 240 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Катанаева Юлия Александровна канд. техн. наук, доцент кафедры естествознания и безопасности жизнедеятельности
Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского
283050, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31
katanaeva_ua@mail.ru

Katanaeva Yuliya Aleksandrovna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor, Associate Professor of Department of Natural Sciences and Life Safety Donetsk national University of Economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 283050, Donetsk, Shchorsa str., 31 katanaeva_ua@mail.ru
Головинов Вадим Павлович	старший преподаватель кафедры общепромышленных дисциплин Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 283050, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 golovinov.vadim@mail.ru
Golovinov Vadim Pavlovich	Lecturer of the Department of Food Production Equipment Donetsk national University of Economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 283050, Donetsk, Shchorsa str., 31 golovinov.vadim@mail.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 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
Киселёв Никита Алексеевич	студент 3-го курса направления подготовки «Технологические машины и оборудование» Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 283050, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 donttix@gmail.com
Kiselev Nikita Alekseevich	student of the 3rd year of the training direction "Technological Machines and Equipment" Donetsk national University of Economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 283050, Donetsk, Shchorsa str., 31 donttix@gmail.com
Устинова Мария Эдуардовна	преподаватель кафедры машин и аппаратов пищевых производств Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 ms.murka18@mail.ru
Ustinova Maria Eduardovna	Lecturer of the Department of machines and apparatus of food production Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 ms.murka18@mail.ru

УДК 615.322.011.5

Полякова Е.Д., Сафронова О.В., Дорошенков К.С., Тычинин Д.Е.
**ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Аннотация. В статье изучен химический состав растительного сырья орловской области для специализированной продукции, в частности таких лекарственных трав, как девясил, донник и синюха, которые широко применяются в медицине благодаря своему богатому химическому составу и уникальным свойствам. Проведены исследования антиоксидантной активности, макро- и микронутриентов (белки, жиры и углеводы) и микронутриентов (витамины С, Е, К, В₁ и В₂) лекарственно-растительного сырья травы донника лекарственного, корня синюхи голубой и девясила высокого. Фотометрический способ по определению суммарной антиоксидантной активности веществ основан на восстановлении ионов Fe(III) до Fe(II) под действием антиоксидантов и измерении интенсивности окраски комплекса Fe(II) с хромогенным лигандом. Установлено, что достаточно высокий уровень антиоксидантной активности представлен в траве донника лекарственного, а также наибольшее значение микронутриентов: витамина С – в траве донника лекарственного и корне синюхи голубой, витамина Е – в корнях девясила высокого и корне синюхи голубой, витамина К – в траве донника лекарственного и корне синюхи голубой, витаминов В₁ и В₂ – в корне девясила высокого и корне синюхи голубой.

Ключевые слова: корни девясила высокого, лекарственно-растительное сырье Орловской области, трава донника лекарственного, корень синюхи голубой, специализированная продукция.

Polyakova E.D., Safronova O.V., Doroshenkov K.S., Tychinin D.E.
**STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF MEDICINAL RAW MATERIALS
FROM THE OREL REGION FOR SPECIALIZED PRODUCTS**

Abstract. The article examines the chemical composition of plant raw materials from the Oryol region intended for specialized products—specifically medicinal herbs such as elecampane (*Inula helenium*), sweet clover (*Melilotus officinalis*), and Jacob's-ladder (*Polemonium caeruleum*), which are widely used in medicine due to their rich chemical profiles and unique properties. Research was conducted on the antioxidant activity, macronutrients (proteins, fats, and carbohydrates), and micronutrients (vitamins C, E, K, B₁, and B₂) of these raw materials. The photometric method used to determine total antioxidant activity is based on the reduction of Fe(III) ions to Fe(II) by antioxidants and the measurement of the color intensity of the Fe(II)-chromogenic ligand complex. The study found that sweet clover herb exhibits a notably high level of antioxidant activity. Regarding micronutrients, the highest levels were observed as follows: vitamin C in sweet clover herb and Jacob's-ladder root; vitamin E in elecampane and Jacob's-ladder roots; vitamin K in sweet clover herb and Jacob's-ladder root; and vitamins B₁ and B₂ in elecampane and Jacob's-ladder roots.

Keywords: high elecampane roots, medicinal and herbal raw materials of the Orel region, sweet clover herb, blue blueberry root, specialized products.

Введение. В настоящее время все больше заметна тенденция к возрождению интереса к растениям, произрастающим в Орловской области и выпавшим по разным причинам из поля зрения научных исследований. К подобным растениям относятся корневища с корнями и трава синюхи голубой, трава девясила высокого и донника лекарственного. Химический состав всех растений представлен компонентами как органического, так и минерального происхождения. Минеральный комплекс способен проявлять собственное влияние на организм человека, включает разнообразные макро-, микро-, ультрамикроэлементы, а также токсичные соединения. Информация о составе и количественном содержании отдельных

элементов позволяет предположить безопасность использования растительного сырья в медицинских целях. Элементы из почвы поглощаются растительным организмом неодинаково и концентрируются разными морфологическими частями по-разному, в зависимости от фазы вегетации растения, места его произрастания. Они вступают в биохимические процессы в растительном организме, влияют на синтез органических веществ, находятся в комплексах с последними в виде солей, что показывает значимость и актуальность исследования элементного состава растительного сырья [1].

Целью научной работы явилось исследование антиоксидантной активности, макронутриентов (белки, жиры и углеводы) и микронутриентов (витамины С, Е, К, В₁ и В₂) лекарственно-растительного сырья, произрастающего в Орловской области – трав донника лекарственного, корня синюхи голубой и девясила высокого.

В условиях жизни современного человека адекватное обеспечение потребности организма всеми необходимыми для поддержания его жизнедеятельности минорными биологически активными компонентами невозможно за счет традиционного питания. Особенно это касается категорий потребителей, имеющих отклонения в состоянии здоровья. Дефицит биологически активных веществ, содержащихся в лекарственно-растительном сырье – в траве донника лекарственного, корнях синюхи голубой и девясила высокого в рационе снижает резистентность организма к неблагоприятным факторам окружающей среды, приводит к формированию иммунодефицитных состояний, усугубляя тем самым состояние здоровья людей с нарушенным обменом веществ [1].

Девясил высокий относится к семейству астровых и представляет собой многолетнее травянистое растение. Его характерной особенностью является мощная корневая система с толстым корневищем. Стебли растения прямостоячие, достигающие в высоту от 50 до 150 сантиметров. Листья крупные, располагаются поочередно и имеют цельнокрайнюю форму. Цветки девясила высокого собраны в крупные желтые корзинки, а плоды представляют собой семянки с хохолком. Это растение можно встретить в европейской части России, на Кавказе и в Сибири. Оно предпочитает влажные места обитания, часто растет по берегам водоемов и на сырых лугах. В химическом составе девясила высокого присутствуют такие важные компоненты, как инулин, сапонины и эфирные масла. Кроме того, в растении содержатся дубильные вещества, смолы и органические кислоты [2-6].

Корневища и корни девясила высокого содержат инулин (до 44 %), полисахариды, смолы, камедь, следы алкалоидов, сапонины, эфирное масло (до 4,3 %), главной составной частью которого являются бициклические сесквитерпены: алантолактон, изоалантолактон и дигидроалантолактон (производные альфа-селинена). Смесь бициклических сесквитерпеновых лактонов, выделяющихся в кристаллическом виде из эфирного масла девясила, носит название геленина. Кроме геленина, в состав эфирного масла девясила входят алантол, проазулен, токоферол. В траве девясила содержатся эфирное масло (до 3 %), аскорбиновая кислота, горькое вещество алантопикрин, флавоноиды кверцитрин и изокверцитрин [7, 8].

Девясил высокий обладает широким спектром лечебного действия благодаря своему богатому химическому составу. Отхаркивающее действие растения обусловлено наличием сапонинов и эфирных масел, которые раздражают слизистые оболочки бронхов, способствуя разжижению мокроты и облегчению её выведения. Противовоспалительные свойства девясила высокого помогают при различных воспалительных процессах в организме. Антисептическое действие растения используется при лечении инфекционных заболеваний. Мочегонный эффект делает девясил высокий полезным при отеках различного происхождения. Кроме того, растение проявляет антигельминтные свойства и положительно влияет на работу желудочно-кишечного тракта, стимулируя секрецию желудочных желез и моторику кишечника [9, 10].

В медицине девясил издавна применяется как эффективное средство при различных заболеваниях. Корневища растения используются для приготовления отваров, которые принимают при заболеваниях дыхательных путей. Отвар девясила высокого помогает

при бронхите, трахеите и других воспалительных процессах. Особую ценность представляет девясил при лечении желудочно-кишечных расстройств. Его применяют при нарушениях пищеварения, гастритах, колитах. Растение эффективно при заболеваниях печени и желчевыводящих путей благодаря своим желчегонным свойствам [11, 12].

Исследования девясила высокого открывают широкие перспективы для развития фармацевтической и пищевой промышленности. Особое внимание уделяется изучению содержания инулина и сапонинов в корневищах растения. Современные методы анализа позволяют точно определять количественный состав биологически активных веществ. Фармакологические исследования показывают перспективность использования девясила в разработке новых лекарственных форм. Противовоспалительное и противоязвенное свойства растения могут лечь в основу для создания комплексных препаратов при заболеваниях желудочно-кишечного тракта [4, 6, 11, 12].

Донник лекарственный принадлежит к семейству бобовых и может быть как однолетним, так и многолетним травянистым растением. Стебли у него прямостоячие, ветвистые, вырастающие на высоту от 30 до 150 сантиметров. Цветки мелкие, желтого цвета, собраны в кистевидные соцветия. Плодами служат небольшие бобы. Распространение донника охватывает значительную территорию европейской части России. Растение можно встретить на лугах, полях и вдоль дорог. В химическом составе донника преобладают кумарин и мелилотин, также присутствуют флавоноиды и дубильные вещества. Кумарин угнетает центральную нервную систему, обладает противосудорожным и наркотическим действием, поэтому препараты донника используют при судорогах, стенокардии и тромбозе коронарных сосудов. Кумарин способствует увеличению количества лейкоцитов у больных лейкопенией на почве лучевой терапии [5, 13-15].

Фармакологические свойства донника лекарственного во многом определяются наличием кумарина и мелилотиона в его составе. Надземная часть растения используется для приготовления настоев, которые применяются при невралгических болях, ревматизме и суставных заболеваниях. Благодаря содержанию флавоноидов, растение оказывает положительное влияние на сердечно-сосудистую систему. Донник лекарственный также проявляет антикоагулянтные свойства, что делает его полезным при нарушениях кровообращения. Его используют при варикозном расширении вен и тромбофлебите. Растение также известно своими болеутоляющими свойствами, которые применяются при различных болевых синдромах [11, 12].

Научные разработки с использованием донника лекарственного направлены на изучение его антикоагулянтных свойств. Растение содержит уникальные соединения, которые могут быть использованы в кардиологии. Современные исследования подтверждают наличие в доннике 11 различных флавоноидов, преимущественно гликозидов кемпферола и кверцетина. Биохимическое изучение донника лекарственного позволяет выявить новые аспекты его влияния на организм. Особое внимание уделяется изучению кумариновых соединений и их воздействию на систему кровообращения [12, 14-16].

Синюха голубая относится к семейству синюховых и представляет собой многолетнее травянистое растение. Ареал распространения синюхи голубой охватывает территории смешанных лесов и лесных полян. Растение встречается как в европейской части России, так и в Сибири. В химическом составе синюхи голубой преобладают сапонины и дубильные вещества, также содержатся флавоноиды и аскорбиновая кислота. Синюха голубая обладает уникальными фармакологическими свойствами, среди которых особенно выделяется её седативное действие. Растение эффективно при неврозах, бессоннице и других нарушениях нервной системы. Отхаркивающие свойства синюхи голубой делают её полезной при заболеваниях дыхательных путей. Благодаря содержанию сапонинов и дубильных веществ, растение оказывает противовоспалительное действие. Флавоноиды в составе синюхи голубой способствуют укреплению сосудистой стенки. Аскорбиновая кислота обеспечивает витаминное действие растения [5, 13, 16].

Синюха голубая занимает особое место в народной медицине благодаря своим

уникальным свойствам. Корневища растения используются для приготовления настоев, которые оказывают выраженное успокаивающее действие. Их применяют при неврозах, бессоннице, повышенной нервной возбудимости. В народной практике синюха голубая используется при заболеваниях дыхательных путей. Настои растения эффективны при кашле, бронхите, пневмонии. Благодаря содержанию сапонинов, синюха голубая способствует разжижению мокроты и облегчает её отхождение.

Учеными ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» проведенного исследования проанализирован состав элементов травы и подземных органов синюхи голубой, заготовленной в Воронежской области. Установлены различия в их количественном содержании в зависимости от морфологической части растения и года вегетации. Выявлено, что все органы растения накапливают К, Са и Si. Показано, что ни в траве, ни в корневищах с корнями синюхи голубой количества токсичных элементов не превышают ПДК, установленные действующей нормативной документацией. Расчет коэффициентов биологического накопления показал, что в траве синюхи способны накапливаться Р, К, Са и Hg, а в корневищах с корнями – Hg, Р, Zn и Sr. Сравнительный анализ содержания некоторых элементов в подземных органах синюхи голубой, заготовленных в Воронежской и Брянской областях, показал зависимость содержания некоторых элементов в растении от их содержания в почве, что необходимо учитывать при культивировании и заготовке растительного сырья синюхи голубой. В растении найдены тритерпеноиды: полемониогенин, камелиагенин, тритерпеновые сапонины, хлорогеновая кислота, а также флавоноиды: мирицетин, кверцетин, акацетин. Корневища содержат тритерпеноиды эсцин, сапонины: сапозид, полемониозид В, полемониозид С, флавоноиды. Цветы содержат углеводы, сапонины, антоциан дельфинидин [6].

Современные исследования синюхи голубой сосредоточены на изучении её седативных свойств. Растение представляет интерес для разработки новых успокоительных препаратов. Особое внимание уделяется изучению влияния сапонинов на нервную систему. Фармакологические испытания показывают перспективность использования синюхи голубой при неврологических расстройствах. Растение может стать основой для создания комплексных препаратов с мягким седативным действием. При использовании данного лекарственно-растительного сырья в народной медицине важно соблюдать правильную технологию приготовления лекарственных форм. Обычно применяются отвары, настои и настойки [9, 10].

Материалы и методы исследования. Экспериментальные исследования по определению антиоксидантной активности и содержанию основных макро- и микронутриентов растительного сырья проводились в лабораториях кафедры промышленной химии, пищевых и биотехнологий, таможенного дела и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева». Использовали фотометрический способ по определению суммарной антиоксидантной активности веществ. Антиоксидантные исследования оценивает способность биологических объектов (растений, продуктов питания, тканей человека и др.) нейтрализовать свободные радикалы – это активные формы кислорода (АФК), вызывающие окислительный стресс и повреждение клеток. Метод FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power) – это фотометрический способ определения суммарной антиоксидантной активности (АОА) веществ. Он основан на восстановлении ионов Fe(III) до Fe(II) под действием антиоксидантов и измерении интенсивности окраски комплекса Fe(II) с хромогенным лигандом. В методе FRAP используют избыток ионов Fe(III) и фотометрический реагент (например, трипиридилтриазин, 1,10-фенантролин, 2,2-дипиридил). Антиоксиданты (восстановители) переводят Fe(III) в Fe(II), который образует с реагентом интенсивно окрашенный комплекс. Окраска развивается медленно, поэтому аналитический сигнал измеряют через определённое время (τ минут) после смешивания реагентов, не дожидаясь установления равновесия.



где L – хромогенный лиганд (например, 2,4,6-трипиридил-s-триазин).

Метод FRAP широко используется для оценки антиоксидантной активности пищевых продуктов, биологических жидкостей, растительных экстрактов. Например, с его помощью исследуют антиоксидантную активность вин, соков, чая, лекарственных растений и т.д. Метод также применяется в биохимии и технологии пищевых продуктов.

Минеральный состав определяли озолением, элементарный состав в системе сканирующего микроскопа JEOZ (Япония) с помощью рентгеноспектрального ЭДС детектора mini Cup, витаминный состав исследовали по ГОСТ Р 50928-96 «Премиксы. Методы определения витаминов А, D, Е», ГОСТ Р 50929-96 «Премиксы. Методы определения витаминов группы В», ГОСТ 31643-2012 «Методы определения аскорбиновой кислоты».

В качестве основных объектов исследования выбраны корни синюхи голубой, а также трава донника лекарственного и корни девясила высокого. В процессе исследований руководствовались официальными фармакопейными статьями – ФС.2.5.0039.15 «Синюхи голубой корневища с корнями», ФС.2.5.0011.15 «Донника трава» и ФС.2.5.0070.18 «Девясила высокого корневища и корни», зарегистрированные в Государственной фармакопее Российской Федерации.

Научные разработки в области фитотерапии открывают новые возможности применения лекарственно-растительного сырья. Современные методы анализа позволяют более глубоко изучать химический состав и механизмы действия лекарственных растений. Технологические инновации позволяют создавать в области фармацевтики новые лекарственные формы на основе растительного сырья, а в пищевой промышленности функциональные и специализированные продукты питания. Особое внимание уделяется разработке способов сохранения биологически активных веществ при переработке лекарственно-растительного сырья [5, 17].

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенное исследование лекарственных растений – травы донника лекарственного, а также корней синюхи голубой и девясила высокого позволило всесторонне оценить их значение в современной медицине и в пищевой промышленности. Комплексный анализ ботанических и фармакологических характеристик этих растений выявил их уникальный терапевтический потенциал. Научные достижения в изучении морфологических особенностей и химического состава растений создали прочную основу для их практического применения. Установлено, что каждое из исследованных растений обладает специфическим набором биологически активных веществ, определяющих их лечебные свойства и области применения.

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные данные позволяют оптимизировать процессы сбора, заготовки и использования растительного сырья. Перспективные направления дальнейших исследований связаны с углубленным изучением механизмов действия растений и разработкой новых лекарственных форм на их основе. Современные научные методы открывают возможности для выявления дополнительных терапевтических свойств и расширения сферы применения этих лекарственных растений.

На рисунке 1 представлены результаты антиоксидантной активности лекарственных растений методом FRAP.

В результате проведенных исследований установлено (ммоль – миллимоль, экв. – эквивалент, Trolox - водорастворимый аналог витамина Е, используемый как эталонный антиоксидант в биохимических тестах, г – грамм.):

1. 0,6 ммоль экв. Trolox/г – относительно невысокий уровень антиоксидантной активности. Это может указывать на то, что в анализируемом образце корня синюхи голубой содержится меньшее количество антиоксидантов или они менее эффективны в условиях проведения теста. Такие значения могут быть характерны для образцов с пониженным содержанием полифенолов, флавоноидов или других антиоксидантных соединений.

2. 1,2 ммоль экв. Trolox/г – более высокий уровень антиоксидантной активности. Это свидетельствует о большем количестве антиоксидантов в образце травы донника лекарственного или о более высокой их эффективности в восстановлении ионов железа. Такие

значения могут наблюдаться в богатых антиоксидантами продуктах, например, в некоторых растительных экстрактах, фруктах или напитках.

3. 0,85 ммоль экв. Trolox/г – значение находится между двумя предыдущими, что указывает на умеренную антиоксидантную активность. Это может говорить о среднем содержании антиоксидантов в образце корня девясила высокого или о их промежуточной эффективности в данных условиях.

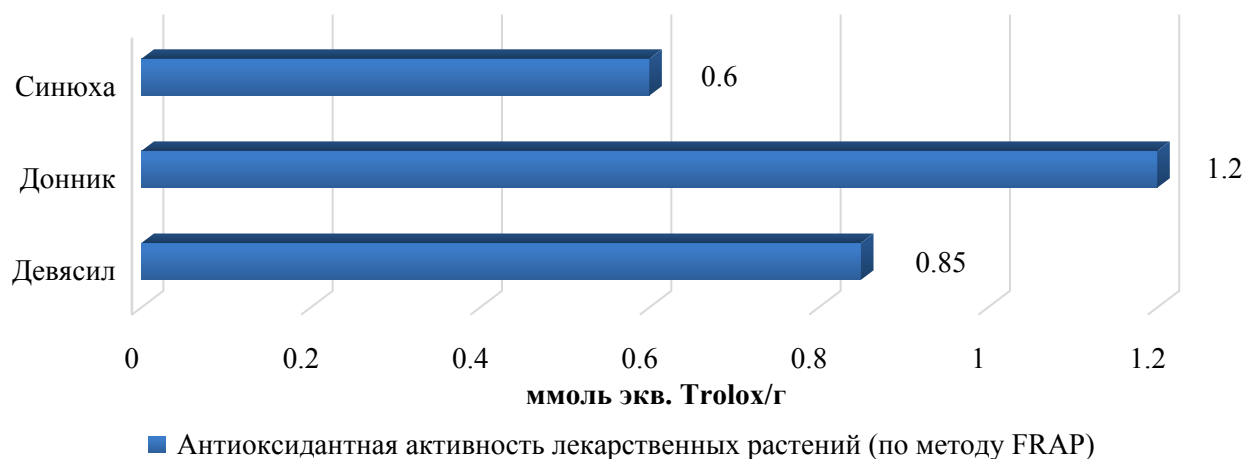


Рисунок 1 – Антиоксидантная активность лекарственных растений методом FRAP

Макро- и микронутриенты данных растений играют ключевую роль в их росте, развитии и фармакологической активности. Рассмотрим научный потенциал корня девясила высокого, травы донника лекарственного и корня синюхи голубой в контексте этих соединений (рисунок 2).

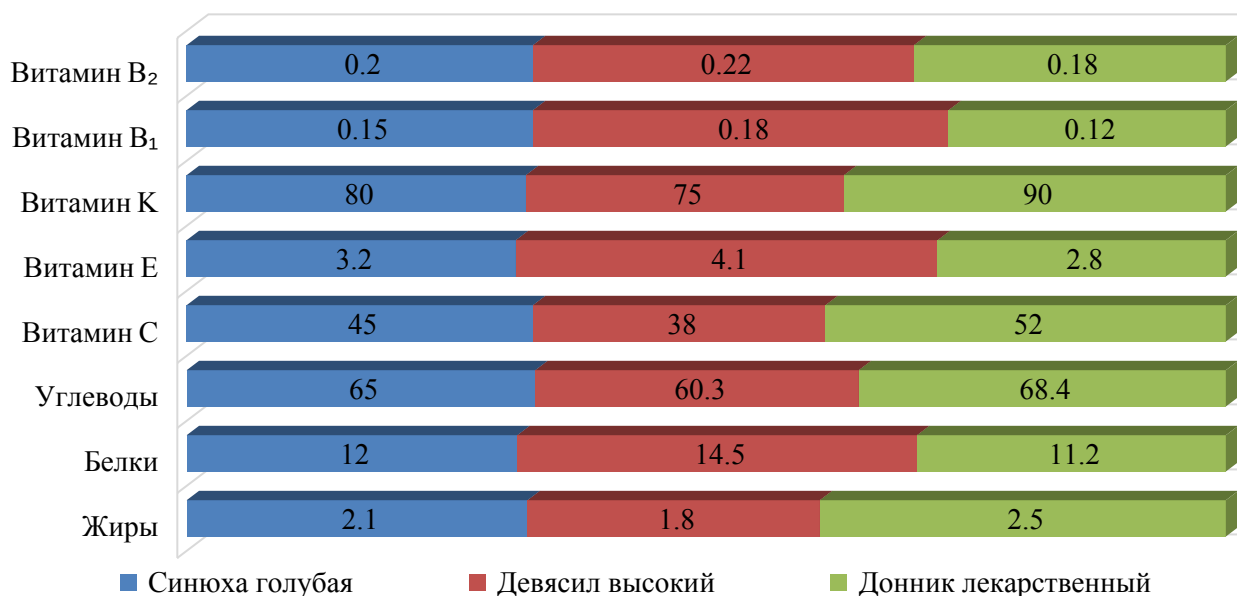


Рисунок 2 – Макронутриенты (в граммах) и микронутриенты (в мг) лекарственно-растительного сырья

Диаграмма наглядно демонстрирует сравнительное содержание ключевых макро- и микронутриентов в трёх лекарственных растениях, баланс основных макронутриентов (белки, жиры, углеводы), уровень важнейших витаминов (В₁, В₂, С, Е и К), а также межвидовые различия в биохимическом профиле растений.

Макро- и микронутриенты определяют как пищевую, так и фармакологическую ценность растений. Вторичные метаболиты (флавоноиды, кумарины, сапонины и др.) вносят

основной вклад в биоактивность трав донника лекарственного, а также корня синюхи голубой и девясила высокого. Исследование макро- и микронутриентов корня девясила высокого, травы донника лекарственного и корня синюхи голубой подтверждает их значительный биологический и прикладной потенциал.

Данные растения содержат комплекс биологически активных соединений от базовых макронутриентов (полисахаридов, простых сахаров, белков) до ценных микронутриентов (витаминов, минеральных элементов, флавоноидов, кумаринов, сапонинов и фенольных кислот), которые определяют их фармакологические свойства: антиоксидантную, противовоспалительную и кардиопротекторную активность.

Выводы. Полученные данные позволяют обоснованно использовать растительное сырьё в фармацевтике (для создания фитопрепаратов), в нутрициологии (при разработке функциональных, специализированных продуктов и БАД), а также в косметологии. Одновременно исследования открывают возможности для селекции и агротехнических приёмов, направленных на повышение содержания ценных соединений в растениях. При этом важно учитывать, что результаты зависят от методов анализа, условий экстракции и экологических факторов, а активность *in vitro* не всегда соответствует эффекту *in vivo* – для внедрения в практику необходимы клинические исследования и комплексный подход, объединяющий биохимию, фармакологию и клиническую медицину.

Проведенные исследования позволили установить, что достаточно высокий уровень антиоксидантной активности представлен в траве донника лекарственного, а также наибольшее значение микронутриентов: витамина С – в траве донника лекарственного и корне синюхи голубой, витамина Е – в корнях девясила высокого и корне синюхи голубой, витамина К – в траве донника лекарственного и корне синюхи голубой, витаминов В₁ и В₂ – в корне девясила высокого и корне синюхи голубой.

Накопленный научный потенциал корня девясила высокого и травы донника лекарственного, а также корня синюхи голубой остается значительным и динамично развивающимся. Их изучение может привести к созданию инновационных препаратов, пищевых продуктов и новых методов лечения различных заболеваний. Таким образом, исследование этих растений представляет не только теоретический, но и практический интерес для развития современной медицины, фитотерапии и пищевой промышленности.

В заключении следует отметить, что всестороннее изучение лекарственных растений открывает широкие перспективы для развития натуральной медицины и создания эффективных средств лечения на основе природного сырья.

Список использованной литературы:

1. Полякова Е.Д. Теоретическое и экспериментальное обоснование сырья и технологических режимов производства пищевого обогатителя // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2013. № 3 (20). С. 53-61.
2. Блинова К.Ф., Корсун В.Ф., Корсун Е.В., Огренич Н.А., Буркова В.Н. Ботанико-фармакогностический словарь: справочное пособие. М.: Высшая школа, 2018. 272 с.
3. Гаммерман А.Ф., Гром И.И. Лекарственные растения (Растения-целители): справочное издание. М.: Высшая школа, 2017. 400 с.
4. Губанов И.А., Тихомиров В.Н., Новикова В.С. Определитель высших растений средней полосы европейской части СССР: пособие для учителей. М.: Просвещение, 2019. 272 с.
5. Яковлев Г.П., Блинова К.Ф. Фармакогнозия. М.: Academia, 2019. 592 с.
6. Чистякова А.С., Болгов А.С., Шестакова Г.Ю., Гудкова А.А. Элементный состав травы и корневищ с корнями синюхи голубой, культивируемой в Воронежской области // *Микроэлементы в медицине*. 2025. № 26 (1). С. 45-53.
7. Азарова А.В. Фармакогностическое изучение девясила иволистного: дис. ... канд. фарм. наук: 14.04.02 / Анна Владимировна Азарова. Курск, 2015. 131 с.
8. Гукасова В.В., Яницкая А.В., Митрофанова И.Ю. Представители рода девясил (*Inula*) как перспективные лекарственные растения // *Современные проблемы медицинской химии*.

Направленный поиск новых лекарственных средств: материалы IV Всероссийского научно-практического семинара молодых ученых с международным участием. Volgograd, 2012. С. 21-22.

9. Дмитриева Е.А., Джамбекова А.Ч. Лекарственные растения России: Атлас-определитель. СПб.: БХВ-Петербург, 2018. 240 с.
10. Лавренов В.К., Лавренова Г.В. Энциклопедия лекарственных растений. М.: АСТ, 2019. 498 с.
11. Машковский М.Д. Лекарственные средства. М.: Новая волна, 2012. Т. 1-2. 1216 с.
12. Пастушенков Л.В., Пастушенков А.Л. Лекарственные растения: Использование в народной медицине и современном фитотерапевтическом практике. СПб.: Лань, 2017. 320 с.
13. Турова А.Д., Сапожникова Э.Н. Лекарственные растения СССР и их применение. М.: Медицина, 2018. 298 с.
14. Пельменов В.К., Харитонова Л.Ф. Медоносы семейства бобовых // Пчеловодство. 1986. № 2. С. 13-15.
15. Руднянская Е. И. Пыльценосы семейства бобовых // Пчеловодство. 1982. № 9. С. 16-17.
16. Яковлев Г.П., Блинова К.Ф. Лекарственные растения в современной медицине. М.: Медицина, 2018. 272 с.
17. Polyakova E.D., Safronova O.V., Pavlikova A.V. et al. The study of the mineral composition of seeds and bean flaps in order to use as ingredients of specialized food products // Ensuring sustainable development: agriculture, ecology and earth science: Proceedings of the International scientific and practical conference. London: IOP Publishing Ltd, 2022. Vol. 1010. P. 012137. DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012137.

References:

1. Polyakova E.D. Teoreticheskoye i eksperimental'noye obosnovaniye syr'ya i tekhnologicheskikh rezhimov proizvodstva pishchevogo obogatitelya [Theoretical and experimental substantiation of raw materials and technological modes for the production of a food enricher]. *Tekhnologiya i tovarovedeniye innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and Commodity Science of Innovative Food Products], 2013, no. 3 (20), pp. 53-61. (In Russian).
2. Blinova K.F., Korsun V.F., Korsun E.V., Ogrenich N.A., Burkova V.N. *Botaniko-farmakognostičeskij slovar'* [Botanical and pharmacognostic dictionary]. Moscow, Higher School Publ., 2018, 272 p. (In Russian).
3. Gammerman A.F., Grom I.I. *Medicinal Plants (Healing Plants)* [Lekarstvennyye rasteniya (Rasteniya-tseliteli)]. Moscow, Higher School Publ., 2017, 400 p. (In Russian).
4. Gubanov I.A., Tikhomirov V.N., Novikova V.S. *Opredelitel' vysshikh rasteniy sredney polosy yevropeyskoy chasti SSSR* [Determinant of Higher Plants of the Central Zone of the European Part of the USSR]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 2019, 272 p. (In Russian).
5. Yakovlev G.P., Blinova K.F. *Farmakognoziya* [Pharmacognosy]. Moscow, Academia Publ., 2019, 592 p. (In Russian).
6. Chaynyakova A.S., Bolgov A.S., Shestakova G.Yu., Gudkova A.A. Elementnyy sostav travy i kornevishch s kornyami sinyukhi goluboy, kul'tiviruyemoy v Voronezhskoy oblasti [Elemental composition of the herb and rhizomes with roots of blue cohosh cultivated in the Voronezh Region]. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine], 2025, no. 26 (1), pp. 45-53. (In Russian).
7. Azarova A.V. *Farmakognosticheskoye izucheniye devyasila ivolistnogo. Diss. kand. farm. nauk* [Pharmacognostical study of the willowleaved elecampane. Cand. pharm. sci. diss.]. Kursk, 2015, 131 p. (In Russian).
8. Gukasova V.V., Yanitskaya A.V., Mitrofanova I.YU. Predstaviteli roda devyasil (Inula) kak perspektivnyye lekarstvennyye rasteniya [Representatives of the genus Elecampane (Inula) as promising medicinal plants]. *Materialy 4 Vserossiyskogo nauchno-prakticheskogo seminar molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiyem «Sovremennyye problemy meditsinskoy*

- khimii. Napravlenyy poisk novykh lekarstvennykh sredstv»* [Proceedings of the 4th All-Russian Scientific and Practical Seminar of Young Scientists with International Participation “Modern Problems of Medicinal Chemistry. Targeted Search for New Drugs”]. Volgograd, 2012, pp. 21-22. (In Russian).
9. Dmitrieva E. A., Jambekova A. Ch. *Lekarstvennyye rasteniya Rossii: atlas-opredelitel'* [Medicinal Plants of Russia: AtlasDeterminant]. St. Petersburg, BHV-Petersburg Publ., 2018, 240 p. (In Russian).
 10. Lavrenov V.K., Lavrenova G.V. *Entsiklopediya lekarstvennykh rasteniy* [Encyclopedia of Medicinal Plants]. Moscow, AST Publ., 2019, 498 p. (In Russian).
 11. Mashkovsky M.D. *Lekarstvennyye sredstva* [Medicinal Products]. Moscow, Novaya Volna Publ., 2012, vol. 1–2, 1216 p. (In Russian).
 12. Pastushenkov L.V., Pastushenkov A.L. *Lekarstvennyye rasteniya: Ispol'zovaniye v narodnoy meditsine i sovremennom fitoterapevticheskom praktike* [Medicinal Plants: Use in Traditional Medicine and Modern Phytotherapy Practice]. St. Petersburg, Lan Publ., 2017, 320 p. (In Russian).
 13. Turova A.D., Sapozhnikova E.N. *Lekarstvennyye rasteniya SSSR i ikh primeneniye* [Medicinal Plants of the USSR and Their Use]. Moscow, Medicine Publ., 2018, 298 p. (In Russian).
 14. Pelmenov V.K., Kharitonova L.F. Medonosy semeystva bobovykh [Honey-producing plants of the legume family]. *Pchelovodstvo* [Beekeeping], 1986, no. 2, pp. 13–15. (In Russian).
 15. Rudnyanskaya E.I. Pyl'tsenosy semeystva bobovykh [Pollen-producing plants of the legume family]. *Pchelovodstvo* [Beekeeping], 1982, no. 9, pp. 16–17. (In Russian).
 16. Yakovlev G.P., Blinova K.F. *Lekarstvennyye rasteniâ v sovremennoy medicine* [Medicinal Plants in Modern Medicine]. Moscow, Medicine Publ., 2018, 272 p. (In Russian).
 17. Polyakova E.D., Safronova O.V., Pavlikova A.V. et al. The study of the mineral composition of seeds and bean flaps in order to use as ingredients of specialized food products. *Ensuring sustainable development: agriculture, ecology and earth science: Proceedings of the International scientific and practical conference*. London, IOP Ltd Publ., 2022, vol. 1010, pp. 012137. (In English). DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012137.

Сведения об авторах / Information about authors

**Полякова
Елена
Дмитриевна**

д-р техн. наук, профессор кафедры промышленной химии, пищевых и биотехнологий, таможенного дела и экспертизы товаров
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95
iruc57@mail.ru

Polyakova
Elena Dmitrievna

Dr. Sci. (Engin.), Professor of the Department of industrial chemistry, food and diotechnology, customs and commodity expertise
Oryol State University named after I.S. Turgenev
302026, Oryol Region, Oryol, Komsomolskaya Street, 95
ed-poliakova@mail.ru

**Сафронова
Оксана Викторовна**

канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной химии, пищевых и биотехнологий, таможенного дела и экспертизы товаров
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95
oksana-orel@mail.ru

Safronova
Oksana Viktorovna

Ph.D. (Engin.), Associate professor of the Department of industrial chemistry, food and diotechnology, customs and commodity expertise
Oryol State University named after I.S. Turgenev
302026, Oryol Region, Oryol, Komsomolskaya Street, 95
oksana-orel@mail.ru

Дорошенко Кирилл Сергеевич	аспирант научной специальности 4.3.3 «Пищевые системы» Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева 302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95 cristiandoriangray@mail.ru
Doroshenkov Kirill Sergeevich	postgraduate student in the scientific specialty 4.3.3 “Food Systems” Oryol State University named after I.S. Turgenev 302026, Oryol Region, Oryol, Komsomolskaya Street, 95 cristiandoriangray@mail.ru
Тычинин Данил Евгеньевич	аспирант научной специальности 4.3.3 «Пищевые системы» Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева 302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95 platonovasofia69@gmail.com
Tychinin Danil Evgenievich	postgraduate student in the scientific specialty 4.3.3 “Food Systems” Oryol State University named after I.S. Turgenev 302026, Oryol Region, Oryol, Komsomolskaya Street, 95 charlieee83@list.ru

УДК 664.661.1(075.8)

Пригарина О.М., Платонова С.Е., Конкин К.Е.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА: РОЛЬ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ЗАМАЧИВАНИИ ЗЕРНА И ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНЕ ПШЕНИЦЫ НА ГРЕЧИХУ

Аннотация. В статье обоснована возможность совершенствования технологии ржано-пшеничного зернового хлеба путём частичной замены зерна пшеницы гречихой в оптимальной дозировке 20 % и замачивания зерновой смеси в молочных продуктах (молочной сыворотке, пахте и кефире). Экспериментально установлено, что предлагаемая технология позволяет получить хлеб с улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями, повышенной пищевой ценностью и увеличенным сроком хранения. Выявлено, что введение сухой клейковины в количестве 2 % к массе исходного сухого зерна компенсирует ослабление клейковинного каркаса, обусловленное активацией протеолитических ферментов и отсутствием клейковины в гречихе. Аргументировано, белки и азотистые соединения молочных продуктов дополнительно укрепляют белковую систему теста, замедляя протеолиз и улучшая реологические свойства, в результате чего повышается удельный объём хлеба, улучшается пористость мякиша, а готовое изделие обогащается незаменимыми аминокислотами, витаминами и минеральными веществами.

Ключевые слова: ржано-пшеничный зерновой хлеб, молочные продукты (молочная сыворотка, пахта, кефир), сухая клейковина, гречиха, пшеница, рожь.

Prigarina O.M., Platonova S.E., Konkin K.E.

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF RYE-WHEAT GRAIN BREAD: THE ROLE OF DAIRY PRODUCTS IN SOAKING GRAIN AND PARTIALLY REPLACING WHEAT WITH BUCKWHEAT

Abstract. This article explores the possibility of improving the technology of rye-wheat grain bread by partially replacing wheat grain with buckwheat at an optimal dosage of 20% and soaking the grain mixture in dairy products (whey, buttermilk, and kefir). Experiments have shown that the proposed technology produces bread with improved organoleptic and physicochemical properties, increased nutritional value, and an extended shelf life. It has been found that the addition of dry gluten at a rate of 2% of the original dry grain weight compensates for the weakening of the gluten framework caused by the activation of proteolytic enzymes and the absence of gluten in buckwheat. It has been argued that proteins and nitrogen compounds in dairy products further strengthen the dough's protein system, slowing down proteolysis and improving rheological properties. This results in an increase in the bread's specific volume, improved crumb porosity, and enrichment of the finished product with essential amino acids, vitamins, and minerals.

Keywords: Rye-wheat grain bread, dairy products (whey, buttermilk, kefir), dry gluten, buckwheat, wheat, rye.

Введение. Хлебопекарная промышленность – одна из ключевых отраслей пищевой индустрии, ориентированная на удовлетворение базовых потребностей населения в продуктах питания. В условиях растущего спроса на продукты здорового питания особую актуальность приобретает совершенствование рецептов и технологии производства хлебобулочных изделий с повышенной пищевой ценностью. Ржано-пшеничный зерновой хлеб традиционно ценится за богатый состав биологически активных веществ, однако его потребительские свойства и пищевая ценность могут быть дополнительно улучшены за счёт оптимизации технологических процессов и внедрения новых компонентов.

Актуальность исследования обусловлена ростом спроса на хлебобулочные изделия с повышенным содержанием пищевых волокон, витаминов группы В, минеральных веществ и

полноценных белков, а использование цельного зерна в хлебопечении позволяет максимально сохранить его биологически ценные компоненты [1]. Частичная замена зерна пшеницы гречихой вызвана тем, что данная культура обладает уникальным химическим составом и высокой биологической ценностью, она содержит флавоноиды (в т.ч. рутин), витамины группы В, минеральные вещества (железо, магний, цинк) и пищевые волокна, способствующие улучшению метаболических процессов в организме, что позволяет обогатить зерновой хлеб незаменимыми аминокислотами, витаминами и минеральными веществами, а также снизить гликемический индекс изделия. Дефицит таких незаменимых аминокислот в пшенице, как лизин и лейцин, может быть восполнен их повышенным содержанием в белках гречихи. Моно- и дисахариды гречихи интенсифицируют процессы брожения [2]. Молочные продукты (сыворожка, пахта, кефир), в которых замачивается зерно пшеницы и гречиха, содержат биологически активные соединения, которые могут положительно влиять на процессы ферментации, качество теста и хлеба.

Научная новизна исследования заключается в комплексном изучении роли гречихи и молочных продуктов как стимуляторов биохимических процессов при замачивании зерна в технологии зернового хлеба.

Целью исследования является усовершенствование технологии производства ржано-пшеничного зернового хлеба повышенной пищевой ценности с высоким содержанием пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ путём: частичной замены зерна пшеницы гречихой и замачиванием их в молочных продуктах (молочной сыворотке, пахте, кефире).

Материалы и методы исследования. Вопросам совершенствования технологий производства хлебобулочных изделий уделялось внимание многими авторами. В частности, в публикациях Кузнецовой Л.И. и Казанской Л.И. представлен новый ассортимент ржаного хлеба с использованием нетрадиционного сырья [1], Козубаева Л.А. и Конева С.И. рассматривают возможность применения заквасок при производстве зернового хлеба [2], производству изделий из ржано-пшеничного теста на основе применения молочной сыворотки посвящены работы [3, 4]. Отдельно следует выделить исследования авторского коллектива [5], касающиеся технологий производства хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения.

Вместе с тем, современные тенденции здорового питания актуализируют необходимость дальнейших научных изысканий в указанной области, в том числе в части расширения рецептурного состава традиционных хлебобулочных изделий за счёт введения новых ингредиентов, обладающих повышенной пищевой и биологической ценностью.

Для достижения настоящей работы были проведены экспериментальные исследования на базе лабораторий кафедры промышленной химии, пищевых и биотехнологий, таможенного дела и экспертизы товаров ОГУ имени И.С. Тургенева. При проведении исследований использовали следующее основное сырьё: зерно пшеницы (ГОСТ 9353-2016) и ржи (ГОСТ 16990-2017), гречиха (ГОСТ 19092-2021) урожая 2023-2025 гг. Для повышения пищевой ценности и улучшения органолептических показателей применяли сухую пшеничную клейковину (ГОСТ 31934-2012); молочную сыворотку (ГОСТ 34352-2017), пахту (ГОСТ 34354-2017), кефир (2,4 % жирность) (ГОСТ 31454-2012).

Анализ показателей качества и безопасности сырья проводили по общепринятым и специальным методикам: технический анализ зерна – по ГОСТ 9353-2016; отбор проб зерна – по ГОСТ 13586.3-2015; определение сорной и зерновой примесей – по ГОСТ 33538-2015; определение заражённости и повреждённости зерна вредителями – по ГОСТ 13586.6-93; запах и цвет зерна – по ГОСТ 10967-2019; влажность зерна – по ГОСТ 13586.5-2015; натура зерна – по ГОСТ 10840-2017; стекловидность зерна – по ГОСТ 10987-76; количество и качество клейковины – по ГОСТ Р 54478-2011.

Свойства теста исследовали по следующим показателям: титруемая кислотность, влажность, газообразующая способность муки; структурно-механические свойства теста анализировали по определению предельного напряжения сдвига на автоматизированном пенетрометре АП-4/2 по методике, прилагаемой к прибору.

Анализ готового хлеба проводили не раньше, чем через 4 часа и не позднее, чем через 24 часа после выемки его из печи по следующим показателям: органолептические показатели – по ГОСТ 5667-2022; влажность – по ГОСТ 21094-2022; титруемая кислотность – по ГОСТ 5670-96; пористость – по ГОСТ 5669-96; удельный объём – по общепринятой методике; структурно-механические свойства мякиша (по значениям общей, пластической и упругой деформации) – на структурометре СТ-1М по методике, прилагаемой к прибору. Органолептическую оценку готовых изделий проводили согласно шкале балльной оценки хлебобулочных изделий из ржано-пшеничного зернового теста.

Результаты исследования и их обсуждение. В работе было исследовано зерно пшеницы и гречиха урожая 2023-2025 годов. Определены их показатели качества и безопасности по общепринятым и специальным методикам: отбор проб – по ГОСТ 13586.3-2015; определение сорной и зерновой примесей – по ГОСТ 30483-97; определение заражённости и повреждённости зерна вредителями – по ГОСТ 13586.4-83, ГОСТ 30483-97; запах и цвет зерна – по ГОСТ 10967-2019; влажность зерна – по ГОСТ 13586.5-2015; натура зерна – по ГОСТ 10840-2017; стекловидность зерна – по ГОСТ 10987-76; количество и качество клейковины – по ГОСТ Р 54478-2011.

На основе проведенных исследований, получены результаты качественного анализа зерна пшеницы и гречихи, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты качественного анализа зерна пшеницы и гречихи

Наименование показателя	Значение опытного образца пшеницы	Значение опытного образца гречихи
Состояние	Негреющееся, в здоровом состоянии	Соответствующее, в здоровом состоянии
Запах	Нормальный, свойственный здоровому зерну	Нормальный, свойственный здоровому зерну
Цвет	Нормальный, свойственный здоровому зерну	Нормальный, свойственный здоровому зерну
Натура, г/л	781	596,1
Влажность, %	9,2	13,0
Сорная примесь, %	2,6	0,5
Зерновая примесь, %	2,9	1,2
Качество клейковины, ед. прибора ИДК	80	-
Стековидность, %	55	-
Зараженность вредителями	Не обнаружено	Не обнаружено

Влажность зерна пшеницы составляет 9,2 %, следовательно, его можно отнести к категории «сухое», так как содержание влаги в нем не превышает 14 %. Вероятно, это связано с засушливыми погодными условиями произрастания. Влажность гречихи 13 %, следовательно, она относится к сортам, готовым к длительному хранению. По показателю объёмной массы зерно пшеницы относится к средненатурному, так как его значение равно 781 г/л. По стекловидности, исследуемое зерно пшеницы, можно отнести к среднестекловидному, так его показатель равен 55 %. Из данных таблицы 1, следует, судя по состоянию поверхности, запаху и цвету, зерно пшеницы можно отнести к нормальному, отвечающему всем требованиям. Хлебопекарные качества пшеницы в основном зависят от физико-химических и биохимических свойств белков, составляющих клейковину. В нашем случае содержание клейковины составило 28,4 %, показатель ИДК равен 80 ед. прибора ИДК. Гречиха соответствует требованиям по показателям запах, цвет, состояние. Количество сорной и зерновой примесей в зерне пшеницы и гречихе не превышает допустимых норм, зараженность вредителями не обнаружена.

При производстве цельнозернового хлеба зерно очищали от примесей, промывали, замачивали при оптимальных условиях в разных молочных продуктах и диспергировали.

Ржано-пшеничный хлеб вырабатывали формовым из зерна пшеницы и зерна ржи в соотношении 1:1. Всё зерно ржи измельчали и применяли на производство большой густой закваски [2]. Выведенная густая зерновая закваска с применением размолотого зерна ржи на закваске прежнего приготовления и прессованных дрожжах по исследуемым показателям качества вполне соответствовала густой закваске, взятой на хлебозаводе для разводочного цикла, и была в дальнейшем использована при приготовлении зернового хлеба.

Зерно пшеницы замачивали в молочных продуктах (гидромодуль 1:1) и оставляли для набухания на 20...24 ч при температуре 40 °С до достижения зерном влажности 40...48 %, благоприятной для дальнейшего тонкого диспергирования.

В качестве молочных продуктов для замачивания зерна пшеницы использовали молочную сыворотку, пахту, кефир, что обосновано их полезными свойствами.

«Содержание составных частей молока и биологические свойства сыворотки позволяют отнести её к ценному промышленному сырью. Основной составной частью сухих веществ молочной сыворотки является лактоза, массовая доля которой составляет более 70 % сухих веществ сыворотки. Особенностью лактозы является её замедленный гидролиз в кишечнике, в связи с чем ограничиваются процессы брожения, нормализуется жизнедеятельность полезной кишечной микрофлоры, замедляются гнилостные процессы и газообразование. Кроме того, лактоза в наименьшей степени используется в организме для жиरोобразования. Таким образом, молочная сыворотка и продукты из неё являются незаменимыми в питании пожилых людей и людей с избыточной массой тела, а также с малой физической загруженностью. Она применяется для лечения ожирения и для профилактики избыточной массы тела. Употребляя сыворотку до еды, можно справиться со снижением желудочной секреции соляной кислоты» [6].

«Сывороточные белки по сравнению с казеином содержат больше незаменимых аминокислот, поэтому с точки зрения физиологии питания считаются более полноценными, которые используются организмом человека для структурного обмена, в основном для регенерации белков печени, образования гемоглобина и плазмы крови. Кроме того, они обладают антиканцерогенным действием, а также способны усиливать иммунный статус организма. Состав белков молочной сыворотки больше соответствует составу белков женского молока, чем составу белков коровьего молока, что позволяет использовать белки сыворотки в производстве детских молочных продуктов» [4].

«Особенностью молочного жира сыворотки является более высокая, чем в молоке, степень его дисперсности, что положительно влияет на его усвояемость» [3].

«В молочную сыворотку переходят практически все соли и микроэлементы молока, а также водорастворимые витамины. Молочная сыворотка содержит большое количество водорастворимых витаминов, поэтому она может защитить от скрытых форм витаминной недостаточности, что особенно актуально в периоды отсутствия на столе свежих овощей и фруктов. Благодаря большому количеству витаминов группы В, молочная сыворотка может служить успокаивающим напитком. Напитки на основе молочной сыворотки способны положительно влиять на эмоциональное состояние человека.

В пахте, как и в сыворотке, остаются, концентрируясь, все биологически активные вещества молока. Основная ценность этого продукта в высокой биологической ценности её состава и в низкой калорийности. Калорийность пахты невысока – 33-36 ккал в 100 г., но её достоинство в относительно высоком содержании высокоактивных в биологическом отношении антисклеротических веществ – фосфолипидов. Пахта содержит комплекс биологически активных веществ, нормализующих уровень холестерина в крови и укрепляющих стенки кровеносных сосудов. В ней находится высокоценный белок, аминокислоты, витамины: В₁, В₂, В₁₂, С, Е, а также все минеральные вещества и микроэлементы цельного молока» [7].

Белковый состав пахты характеризуется сходством с белками сыворотки крови. В её жировой фракции присутствуют полиненасыщенные жирные кислоты: линолевая, линоленовая и арахидоновая, участвующие в регуляции липидного обмена, укреплении сосудистых стенок и предотвращении жировой дистрофии печени. Содержащийся в пахте лецитин способствует связыванию холестерина и препятствует его отложению на сосудистых стенках. Холин, входящий в состав продукта, оказывает положительное влияние на функциональное состояние печени и нервной системы.

Пахта нормализует холестериновый обмен, повышает эластичность сосудов, проявляет антисклеротическую активность и защищает печень от стеатоза. Кроме того, продукт подавляет бродильные и гнилостные процессы в кишечнике, снижая риск метеоризма и интоксикации организма продуктами распада.

Пахта находит применение в диетотерапии при заболеваниях почек, печени, органов пищеварения, а также при нервно-психических расстройствах. Кроме того, продукт рекомендуется в качестве профилактического средства для предупреждения атеросклероза и сердечно-сосудистой патологии. Продукт универсален для всех возрастных групп (особенно полезен детям и лицам пожилого возраста). В косметологии пахта применяется в составе омолаживающих масок, а также показана при некоторых дерматологических заболеваниях, включая псориаз.

Кефир, в свою очередь, выделяется среди молочных продуктов способностью благотворно влиять на кишечную микробиоту, способствуя формированию и поддержанию здорового микробного пейзажа пищеварительного тракта.

Кефир используется как средство: питательное (содержит витамины, минеральные соли, белки); диетическое (он малокалориен, легко и быстро усваивается); профилактическое и лечебное за счет нормализации микрофлоры кишечника (полезные микроорганизмы препятствуют размножению патогенных и гнилостных бактерий); продукт также обладает иммуностимулирующими свойствами.

Сильнейший антисептик, содержащийся в кефире, – молочная кислота – возникает в процессе молочнокислого брожения продукта в период его приготовления. Кислая среда, образуемая кефиром в желудке, способствует хорошему усвоению кальция, железа и витамина D, улучшает пищеварение и усвоение всех пищевых продуктов за счет роста активности ферментов кишечника и усиления секреции желудочного сока. Молочная кислота нормализует перистальтику кишечника, принимает активное участие в расщеплении трудноусваиваемого молочного белка – казеина и обладает бактериостатическим свойством.

Нами опытным путём было доказано, что замачивание пшеницы в молочной сыворотке, пахте, кефире целесообразно с технологической точки зрения, т.к. способствует не только снижению микробиологической обсеменённости зерна за счёт поддержания необходимой pH среды, но и размягчению его оболочек, что облегчает дальнейшее измельчение.

Также было экспериментально подтверждена необходимость добавления 2 % сухой клейковины к массе сухого зерна при замесе теста для улучшения его структурно-механических свойств, укрепления клейковинного каркаса, корректировки белково-протеиназного комплекса зерна ржи, увеличения срока сохранения свежести хлеба, снижения крошковатости мякиша, повышения выхода готовой продукции.

Исследования показали, что применение молочных продуктов (молочной сыворотки, пахты, кефира) при замачивании зерна увеличивает бродильную активность дрожжей за счёт повышения кислотности теста сразу после замеса и улучшения азотного питания, интенсифицирует процесс газообразования. Быстрее протекают коллоидные и биохимические процессы, сокращается длительность брожения теста, ускоряется процесс созревания зернового ржано-пшеничного теста. Повышенная кислотность ржано-пшеничного теста, особенно содержание в нём молочной кислоты, влияет на степень пептизации белков и улучшает его структурно-механические свойства. Предшественники вкуса и аромата в молочных продуктах позволяют получить зерновой ржано-пшеничный хлеб более высокого качества (повышенного удельного объёма и улучшенной пористости) при сокращённой

продолжительности брожения теста, более длительно сохраняющий свежесть и медленнее черствеющий.

Для совершенствования и повышения пищевой ценности ржано-пшеничного зернового хлеба применяли гречиху, заменяя ею зерно пшеницы.

«При производстве хлеба функционального назначения широко используют продукты переработки не хлебопекарных видов злаковых, бобовых и крупяных культур – гречихи, риса, кукурузы, сои, амаранта, чечевицы и других» [8, 9].

Выбор обоснован тем, что «гречиха с давних пор является широко распространённой и особенно популярной в нашей стране зерновой культурой и на сегодняшний день именно Россия выращивает половину всего мирового урожая гречихи, и при этом на протяжении многих лет именно наша страна является основным мировым потребителем этого полезного растительного продукта.

Стоит отметить, что «характерной особенностью гречихи является экологическая чистота. Это качественное преимущество гречихи обусловлено тем, что при невысокой урожайности гречихи её посевы никогда не обрабатывают с помощью синтетических удобрений и пестицидов (применение которых при культивировании гречихи может сразу же негативно отразиться на её органолептических свойствах). Гречиха является в своем роде единственной зерновой культурой, которая не только не боится сорняков, но и сама вытесняет их с посевной площади без какого-либо постороннего вмешательства. По химическому составу, питательности, усвояемости гречиха, согласно многочисленным литературным источникам, превосходит многие культуры. В крупе гречихи много полезных для организма макро- и микроэлементов, витаминов. Отличающаяся оптимально сбалансированным биохимическим составом, высокой пищевой и энергетической ценностью гречиха считается одним из лучших диетических продуктов и компонентов детского питания» [10].

Химический профиль гречихи характеризуется разнообразием нутриентов: углеводов – 60–63 %, белков – 13–16 %, пищевых волокон – до 10,5 %, липидов – 2,0–3,1 % (среди которых – ω -3 полиненасыщенные кислоты и фосфолипиды). В составе зерна идентифицированы флавоноиды (рутин), фитоэстрогены, органические кислоты, каротиноиды, витамины группы В и токоферол, а также обширный набор минералов (калий, магний, кальций, фосфор, железо, селен, цинк, йод и другие).

Гречиха выгодно отличается от злаковых культур (пшеницы, ржи, ячменя, овса) пониженным содержанием крахмала и углеводов, что определяет её диетическую ценность и востребованность в рационе пациентов с сахарным диабетом.

Белковая фракция гречихи содержит полный набор незаменимых аминокислот, не продуцируемых организмом человека. В наибольших количествах представлены лизин, метионин, триптофан, треонин и аргинин. Кроме того, гречиха не содержит глютена, что отличает её от большинства злаковых культур и расширяет сферы применения в безглютеновом питании. Белковые вещества гречихи не способны формировать клейковину и в смеси с белками злаков не принимают участия в её образовании. В гречневом зерне очень мало сахара и углеводов, частое употребление гречихи способствует быстрому очищению организма от шлаков и других вредных веществ. Гречка может полноценно заменять в рационе питания продукты из пшеницы, ячменя, ржи и овса людям, страдающим целиакией (заболеванием, связанным с непереносимостью глютена) [11].

Входящий в состав гречихи рутин оказывает оздоравливающее и профилактическое действие на сосудистую систему, а также сердечную мышцу и венозную систему. Употребление гречихи балансируют работу печени и почек, щитовидной железы, нервной системы, помогает восстановить иммунитет, улучшают состояние волос и ногтей, приводит вес организма в норму, замедляет процессы износа и старения [12].

При исследовании гречиху замачивали вместе с зерном пшеницы в молочной сыворотке – как в оптимальной среде для отволаживания, определённой опытным путём. С целью выявления оптимальной дозировки гречихи, её вносили взамен зерна пшеницы в следующих количествах: от 10 % до 50 % гречихи с шагом 10 %. После набухания по достижении

необходимой влажности зерно пшеницы вместе с гречихой промывали водопроводной проточной водой.

Подготовку зерновой массы осуществляли путём двукратного пропускания через мясорубку до получения однородной диспергированной структуры. В измельчённую смесь вводили предварительно подготовленные компоненты в соответствии с рецептурой: соль (1,5 %) и дрожжи (2,0 %) в расчёте на массу исходного зерна. Дрожжевую суспензию перед внесением активировали при температуре 30–32 °С.

Тесто для ржано-пшеничного хлеба готовили на густой закваске в две стадии с применением интенсивной механической обработки. Основу составляло измельчённое зерно ржи и пшеницы в соотношении 1:1, в которое вместо части пшеницы вводили гречиху в различных дозировках для оценки её влияния на технологические свойства полуфабриката.

Качество теста оценивали по совокупности органолептических и физико-химических показателей. Визуальный анализ проводили на всей массе полуфабриката, фиксируя следующие характеристики: внешний вид и состояние поверхности, степень подъёма и пористость, консистенцию и степень вымешенности, наличие сухости, а также цвет, вкус и аромат.

В рамках эксперимента было исследовано пять образцов теста, различающихся долей гречихи, вносимой взамен пшеницы:

- образец 1 – с добавлением 10 % гречихи;
- образец 2 – с добавлением 20 % гречихи;
- образец 3 – с добавлением 30 % гречихи;
- образец 4 – с добавлением 40 % гречихи;
- образец 5 – с добавлением 50 % гречихи.

Замешенное тесто бродило в расстойном шкафу при температуре 35–40 °С, относительной влажности 75–85 % до полного созревания в течение 45–50 мин. Готовность теста определяли по увеличению его объёма в 1,5–2 раза, началу оседания и достижению кислотности 7,0–10,0 град.

На основе полученных данных результатов оценки физико-химических показателей качества теста с добавлением гречихи, замоченной в молочной сыворотке, представленных в таблице 2, делаем вывод об изменениях физико-химических показателей теста до брожения и после.

По результатам органолептической оценки, все полуфабрикаты получились достойного качества: поверхность выпуклая; консистенция и промес нормальные; степень «сухости» влажная, мажущаяся; вкус, цвет и запах – соответствуют данному виду полуфабриката.

Кислотность теста до брожения 7,8–8,5 град, после брожения 9,0–10,3 град. Продолжительность брожения составила одинаковый отрезок времени – 45–50 мин для всех образцов. Влажность теста при брожении несколько увеличивается и находится в пределах 43,2–43,6 град.

Для исследования влияния разных дозировок гречихи, вносимой взамен зерна пшеницы, на качество ржано-пшеничного зернового хлеба проводили лабораторные выпечки хлеба по рецептуре, представленной в таблице 2.

Выбродившее при температуре 35–40 °С в течение 45–50 мин тесто разделявали на заготовки массой 350 г, которые растаивались при температуре (35–40) °С, влажности – 80 % в условиях расстойного шкафа в течение 35–40 минут. Окончание расстойки определяли органолептически по состоянию тестовых заготовок. Выпечку осуществляли при температуре 220 °С в течение 50 минут.

Анализ готового хлеба проводили через 12 часов после выемки его из печи по следующим показателям: влажность – по ГОСТ 21094-2022; титруемая кислотность – по ГОСТ 5670-96; пористость – по ГОСТ 5669-2015.

При дегустации учитывались следующие показатели: состояние поверхности корки, окраска корки, характер пористости, цвет мякиша, эластичность мякиша, вкус и аромат, разжевываемость.

Таблица 2 – Результаты оценки физико-химических показателей качества теста с добавлением гречихи, замоченной в молочной сыворотке

Стадия процесса и показатель	Результаты измерений образцов теста с добавлением гречихи взамен зерна пшеницы в следующих количествах				
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
<i>Приготовление теста</i>					
Количество зерна пшеницы, г	450	400	350	300	250
Количество гречихи, г	50	100	150	200	250
Количество соли, г	0,015				
Количество сухой клейковины, г	0,02				
Количество прессованных дрожжей, г	0,02				
Количество закваски, г	850				
Продолжительность брожения, мин	45-50				
Температура теста, °С: начальная конечная	29 30				
Кислотность теста, град: начальная конечная	8,0 9,7	8,8 10,3	8,5 9,8	8,0 9,5	7,8 9,0
Влажность теста, % начальная конечная	43,1 43,3	43,1 43,2	43,4 43,4	43,4 43,5	43,6 43,6

Результаты оценки физико-химических показателей качества зернового ржано-пшеничного хлеба с добавлением разных количеств гречихи взамен зерна пшеницы, замоченных в молочной сыворотке, представлены в таблице 3.

В исследуемых образцах ржано-пшеничного зернового хлеба самый низкий показатель влажности 48,7 %, а самый высокий 49,9 %, значения кислотности мякиша хлеба находятся в интервале от 8,8, до 9,1 град.

Методом пробных лабораторных выпечек, установили, что оптимальная дозировка гречихи, вносимой взамен зерна пшеницы на стадии замачивания в молочной сыворотке, равна 20 %.

Дальнейшие исследования осуществляли с оптимальной дозировкой гречихи 20 %. Исследовали влияние оптимальной дозировки гречихи, замоченной в различных молочных продуктах (молочной сыворотке, пахте, кефире), на свойства теста и ржано-пшеничного зернового хлеба.

Для приготовления ржано-пшеничного зернового теста в ходе эксперимента зерно пшеницы и гречиху (в количестве 20 % от массы пшеничного зерна) подвергали замачиванию в молочных продуктах – молочной сыворотке, кефире или пахте. Использование указанных сред было направлено на интенсификацию созревания теста. При введении молочных продуктов расход дрожжей увеличивали на 1 %.

По окончании процесса набухания, при достижении зерновой массой требуемой влажности, пшеницу и гречиху ополаскивали проточной водопроводной водой. Остаток молочных продуктов (молочной сыворотки, кефира, пахты) сливали и использовали в дальнейшем для приготовления растворов рецептурных ингредиентов, которые вносили при замесе теста.

Зерно диспергировали, двукратно пропустив через мясорубку. Тесто на густой закваске замешивали периодически в 2 стадии из зерна ржи (которое измельчали и использовали на

производство густой закваски) и зерна пшеницы в соотношении 1 : 1. 20 % зерна пшеницы заменяли гречихой.

Таблица 3 – Результаты оценки физико-химических показателей качества хлеба с добавлением гречихи, замоченной в молочной сыворотке

Стадия процесса и показатель	Результаты измерений образцов хлеба с добавлением гречихи взамен зерна пшеницы в следующих количествах				
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
Масса тестовых заготовок, г	350				
Продолжительность расстойки, мин	35-40				
Продолжительность выпечки, мин	50				
Оценка качества хлеба					
Внешний вид форма поверхность	правильная гладкая	правильная гладкая		правильная с трещинами	правильная с трещинами
Цвет корки	темно-коричневый				
Состояние мякиша:					
Цвет	Коричневый				
равномерность окраски	Равномерная				
Эластичность	Эластичный	достаточно эластичный		менее эластичный	не эластичный
Пористость	равномерная, развитая	Равномерная		не равномерная	значительные пустоты
Вкус хлеба	свойственный, ярко выраженный	слабо выраженный		пресноватый	
Аромат хлеба	Приятный	характерный хлебный		слабо выраженный	менее выраженный
Комкуемость при разжёвывании	Хорошо разжевывается, не комкуется	Хорошо разжевывается, не комкуется		Комкуется, несколько грубый	Сильно комкуется, очень грубый
Крошковатость	Не крошится		Средней крошливости	Сильно крошится	
Влажность мякиша, %	48,7	48,7	49,0	49,6	49,9
Кислотность мякиша, град	8,8	8,9	9,0	9,1	9,0
Пищевая ценность					
белок, %	7,6	7,7	7,9	8,0	8,2
углеводы, %	37,7	37,8	38,0	38,1	38,1
жир, %	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5

На следующем этапе в измельчённую зерновую смесь, согласно рецептурным параметрам, вносили соль (1,5 %) и дрожжи (2,0 %) в расчёте на сухое зерно. Дрожжевые клетки предварительно активировали в тёплой среде при температуре 30–32 °С. Замес теста выполняли с использованием интенсивного механического воздействия, что обеспечивало более быстрое формирование структурно-механических свойств и сокращало продолжительность созревания тестовой массы.

Оценку качества тестовых полуфабрикатов проводили по комплексу органолептических и физико-химических характеристик. Визуальный анализ осуществляли путём осмотра всей массы образцов, фиксируя следующие параметры: внешний вид поверхности, степень подъёма и пористости, консистенцию и степень вымешенности, влажность, а также цвет, вкус и аромат.

Согласно результатам органолептической оценки, все исследуемые образцы (контрольный и с применением молочной сыворотки, кефира и пахты) продемонстрировали высокие качественные характеристики: поверхность характеризовалась выпуклой формой, консистенция и степень промес оценивались как удовлетворительные, влажность – как достаточная (мажущаяся консистенция). Цвет, вкус и запах соответствовали специфике данного вида полуфабриката.

В рамках физико-химического анализа определяли титруемую кислотность и влажность тестовых образцов.

Объектами исследования служили три образца, приготовленные с использованием зерновой смеси (пшеница + гречиха), замоченной в различных молочных средах:

образец 1 – с замачиванием в молочной сыворотке;

образец 2 – с замачиванием в кефире;

образец 3 – с замачиванием в пахте.

Замешенное тесто бродило в расстойном шкафу при температуре 35-40 °С, относительной влажности 75-85 % до полного созревания в течение 45-50 мин. Готовность теста определяли по увеличению его объёма в 1,5-2 раза, началу оседания и достижению кислотности 7,0-10,0 град.

Результаты физико-химического анализа образцов теста, приготовленных с оптимальной дозировкой гречихи (установленной экспериментально) взамен части пшеничного зерна и замоченных в различных молочных средах (молочной сыворотке, пахте и кефире), систематизированы в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты оценки физико-химических показателей качества теста с добавлением гречихи, замоченной в молочной сыворотке, пахте и кефире

Стадия процесса и показатель	Результаты измерений образцов теста с добавлением 20 % гречихи, замоченной в молочных продуктах		
	пахте	молочной сыворотке	кефире
<i>Приготовление теста</i>			
Количество зерна пшеницы, г	400		
Количество гречихи, г	100		
Количество соли, г	0,015		
Количество сухой клейковины, г	0,02		
Количество прессованных дрожжей, г	0,02		
Количество закваски, г	850		
Продолжительность брожения, мин	45-50		
Температура теста, °С:			
начальная	29		
конечная	30		
Кислотность теста, град:			
начальная	8,7	8,5	9,0
конечная	10,0	10,3	10,8
Органолептическая характеристика теста после замеса	Соответствует виду теста, без посторонних привкусов и запаха		
Влажность теста, %			
Начальная	50,3	48,9	51,2
Конечная	50,3	49,0	51,5

Оценка физико-химических свойств тестовых образцов, сведённая в таблице 4, дала возможность установить характер изменений изучаемых параметров в зависимости от технологической стадии (до и после выдержки) и от вида молочного продукта, применявшегося для гидратации зерна.

Анализ полученных результатов показывает, что кислотность тестовых полуфабрикатов не является постоянной величиной и изменяется под влиянием ряда факторов: кислотности исходных компонентов, количества внесённых разрыхлителей, длительности ферментации и точности соблюдения технологических режимов. Экспериментально подтверждена прямая зависимость между кислотностью среды замачивания и кислотностью готового теста: с увеличением кислотности молочного продукта возрастает и кислотность полуфабриката. Минимальное значение данного показателя до брожения (8,5 град) отмечено при использовании молочной сыворотки. Наибольшая кислотность (10,8 град) зафиксирована после 45–50 мин ферментации в образце с кефиром. Длительность выдержки для всех опытных образцов была одинаковой и составляла 45–50 мин. Влажность тестовой массы после завершения брожения изменялась в зависимости от вида замачивающей среды: наименьшее значение (49,0 град) установлено для сывороточного образца, промежуточное (50,3 град) – для пахты, максимальное (51,5 град) – для кефира.

Исследование влияния оптимальной дозировки гречихи взамен зерна пшеницы, замоченных в различных молочнокислых продуктах (молочной сыворотке, пахте, кефире), на качество ржано-пшеничного зернового хлеба проводили методом лабораторных выпечек хлеба из целого зерна пшеницы и 20 % ядрицы гречихи от массы зерна пшеницы по рецептуре, представленной в таблице 4.

Выбродившее в течение 45-50 мин тесто температурой 30-35 °С разделявали на куски массой 350 г, которые растаивались при температуре (32-35) °С, влажности 75 % ... 80 % в условиях расстойного шкафа в течение 40 минут. Окончание расстойки определяли органолептически по состоянию тестовых заготовок. Выпечку осуществляли при температуре 220 °С в течение 50 минут.

Анализ готового хлеба проводили через 12 часов после выемки его из печи по следующим показателям: влажность – по ГОСТ 21094-2022; титруемая кислотность – по ГОСТ 5670-96; пористость – по ГОСТ 5669-96; удельный объём – по общепринятой методике; структурно-механические свойства мякиша (по значениям общей, пластической и упругой деформации) – на структурометре СТ-1М по методике, прилагаемой к прибору.

При дегустации учитывались следующие показатели: состояние поверхности корки, окраска корки, характер пористости, цвет мякиша, эластичность мякиша, вкус и аромат, разжевываемость.

Исследование влияния молочных продуктов (молочной сыворотки, кефира, пахты) и сухой клейковины на физико-химические показатели качества готового ржано-пшеничного зернового хлеба с добавлением гречихи представлены в таблице 5.

Влажность ржано-пшеничного хлеба, в соответствии с требованиями стандарта не должна превышать 48-50 %. В исследуемых образцах ржано-пшеничного зернового хлеба самый низкий показатель влажности 48,0 % (при замачивании в молочной сыворотке), а самый высокий 50,5 % (при замачивании в кефире), т.е. самая низкая пищевая ценность у данного образца. Но при этом, результаты всех образцов не превышают нормы стандарта.

Кислотность хлеба обусловлена способом приготовления теста и применяемым сырьём. Показатель кислотности хлеба характеризует качество хлеба с вкусовой и гигиенической стороны. По этому показателю можно судить и о правильности ведения технологического процесса приготовления хлеба, так как кислотность в основном обуславливается наличием в хлебе продуктов, получаемых в результате спиртового и молочнокислого брожения в тесте. Согласно стандарту, максимальная норма кислотности для ржано-пшеничного хлеба составляет 6-11 град. В исследуемых образцах, значения кислотности не превышают установленных рамок, а именно занимают интервал от 10,3 % (при замачивании в молочной сыворотке), до 10,8 % (при замачивании в кефире).

Таблица 5 – Влияние молочных продуктов на физико-химические показатели качества ржано-пшеничного зернового хлеба с оптимальной дозировкой гречихи

Стадия процесса и показатель	Результаты исследований образцов хлеба с добавлением 20 % гречихи, замоченной в молочных продуктах:		
	пахте	сыворотке	кефире
Разделка, расстойка, выпечка			
Масса тестовых заготовок, г	350		
Продолжительность расстойки, мин	40		
Продолжительность выпечки, мин	50		
Оценка качества хлеба			
Внешний вид форма поверхность	Правильная, Без деформаций		
Характер корки	Плотная, хрустит		
Цвет корки	От светло- до темно коричневого		
Вкус хлеба	Приятный, свойственный хлебу, в образце с кефиром немного кислит		
Аромат хлеба	Приятный, свойственный хлебу		
Комкуемость при разжёвывании	Мякиш мягкий, особенно хорошо разжевывается, в образце с сывороткой		
Влажность мякиша, %	49,3	48,0	50,5
Кислотность мякиша, град	10,0	10,3	10,8
Пористость мякиша, %	49,5	49,3	49,4

Под пористостью понимают, объем пор, заключенных в данном объеме мякиша, выраженный в процентах. Пористость хлеба с учетом её структуры (величина пор, однородность, толщина стенок) характеризует важное свойство хлеба – его усвояемость. Пористость испытуемых образцов достигает 49,3-49,5 %.

Результаты дегустационной оценки органолептических показателей качества хлеба с добавлением оптимальной дозировки гречихи, предварительно замоченной в молочной сыворотке, пахте и кефире, с учетом весомости основных показателей по 5-ти бальной системе в соответствии с общепринятой шкалой балльной оценки хлебобулочных изделий, представленной в таблице 7, приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Влияние молочных продуктов на балльную оценку качества исследуемых образцов ржано-пшеничного зернового хлеба с гречихой с учетом весомости основных показателей

Наименование показателя	Коэффициент весомости	Образец с молочной сывороткой	Образец с пахтой	Образец с кефиром
Объем формового хлеба	3,0	5,0	4,0	3,0
Правильность формы	1,0	5,0	4,0	3,0
Окраска корки	1,0	4,0	4,0	4,0
Состояние поверхности корки	1,0	4,0	3,5	3,5
Цвет мякиша	2,0	4,0	4,0	4,0
Структура пористости	1,5	3,5	3,5	3,5
Запах	2,5	5,0	4,0	3,0
Вкус	2,5	4,0	4,0	3,5
Разжевываемость	1,0	3,5	3,5	3,5

Как показали результаты дегустационной оценки, представленные в таблице 6, опытные образцы хлеба по органолептическим показателям качества удовлетворительные.

Таблица 7 – Шкала балльной оценки качества хлебобулочных изделий

Наименование показателя	Значение коэффициента	Уровень качества	Характеристика уровней качества в зависимости от вида изделия
Форма изделия, состояние поверхности корки	2,0	5	Форма правильная, поверхность гладкая, без трещин, рубцов, глянцева.
		4	Форма правильная, поверхность достаточно гладкая, едва заметны трещины, глянцева.
		3	Заметно пузырчатая, крупные трещины, заметные рубцы, подрывы.
		2	Сильно пузырчатая, сильные подрывы.
		1	Разорванная корка с выплывом мякиша.
Окраска	2,0	5	Достаточно равномерная, интенсивно-коричневая или золотистая.
		4	Окраска равномерная, коричневая или светло-коричневая.
		3	Светло-золотистая или темно-коричневая.
		2	Желтая.
		1	Подгорелая.
Пористость	1,0	5	Пористость совершенно равномерная, хорошо развитая, тонкостенная.
		4	Пористость равномерная, хорошо развитая, близкая к тонкостенной.
		3	Пористость неравномерная, поры разной величины и толщины.
		2	Поры очень мелкие, недоразвитые, толстостенные, с пустотами.
		1	Значительное количество беспористых участков, значительные пустоты.
Цвет мякиша	1,0	5	Свойственный данному виду, равномерный.
		4	Свойственный данному виду, немного темноватый.
		3	Желтоватый или сероватый.
		2	Неравномерно окрашен.
		1	Темный.
Эластичность мякиша	4,0	5	Очень эластичный, слегка влажный на ощупь, легко принимает первоначальную форму.
		4	Эластичный.
		3	Достаточно эластичный.
		2	Малоэластичный.
		1	Неэластичный, неподверженный сжатию.
Аромат, запах	3,5	5	Приятный аромат хлеба, ярко выраженный, свойственный данному виду.
		4	Приятный аромат, менее выраженный, характерный хлебный.
		3	Слабо выраженный, характерный.
		2	Невыраженный, приемлемый.
		1	Сильно кислый, посторонний, неприятный.
Вкус	3,5	5	Свойственный, ярко выраженный.
		4	Выраженный, характерный хлебный.
		3	Слабо выраженный, характерный хлебный.
		2	Пресноватый, слегка кислый.
		1	Тестовой.
Разжёвываемость	3,0	5	Мякиш нежный, хорошо разжевывается.
		4	При разжевывании достаточно приятное ощущение во рту.
		3	Комкуется, несколько грубый.
		2	Заметно комкуется, грубый.
		1	Сильно комкуется, очень грубый

Наилучшие результаты получил образец с замачиванием зерна пшеницы и гречихи в молочной сыворотке, он правильной формы, гладкой поверхности, ровной, коричневой

окраски, равномерной хорошо развитой пористости. Цвет свойственный данному виду, немного темноват. Мякиш эластичный. Аромат ярко выраженный, приятный, свойственный зерновому хлебу. При разжевывании отмечаются приятные ощущения во рту.

Выводы. Таким образом показана целесообразность замачивания зерна пшеницы и гречихи в оптимальной дозировке 20 % (взамен зерна пшеницы), установленной методом пробных лабораторных выпечек, в молочных продуктах (молочной сыворотке, пахте, кефире) и необходимость применения при замесе теста для ржано-пшеничного зернового хлеба сухой клейковины в количестве, определённом опытным путём, – 2 % к массе исходного сухого зерна, что позволяет совершенствовать технологию и получить зерновой ржано-пшеничный хлеб с улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями, повышенной пищевой ценностью и более длительным сроком сохранения свежести.

Молочные продукты создают более активную кислую среду, что облегчает размягчение оболочек зерна пшеницы и гречихи, сокращает продолжительность их замачивания, повышая микробиологическую чистоту.

Входящие в состав гречихи и молочных продуктов витамины, макро- и микроэлементы создают благоприятную питательную среду для молочнокислых бактерий и дрожжей, активируют действие ферментов зерна, ускоряют протекание биохимических процессов – гидролиз крахмала, расщепление некрахмальных полисахаридов при дальнейшем замесе и брожении теста из зерновой массы, улучшают доступность питательных веществ для дрожжей и молочнокислых бактерий. Зерно легче подвергается диспергированию, кислотность теста из зерновой массы после замеса в процессе брожения повышается, что интенсифицирует процесс газообразования. С одной стороны, активация собственных ферментов зерна приводит к расщеплению белков, что может ослабить клейковинный каркас, да и в гречихе клейковина отсутствует. С другой стороны, содержащиеся в молочных продуктах белки и другие азотистые соединения положительно сказываются на реологических свойствах теста, укрепляюще действуя на белковую систему, замедляя протеолиз белков и укрепляя клейковину. В результате увеличивается удельный объём хлеба, улучшается пористость мякиша.

Список использованной литературы:

1. Кузнецова Л.И., Казанская Л.И. Новый ассортимент ржаного хлеба с использованием нетрадиционного сырья // Хлебопродукты. 1998. № 10. С. 15-17.
2. Козубаева Л.А., Конева С.И. Применение заквасок при производстве зернового хлеба // Хлебопродукты. 2000. № 2. С. 21-22.
3. Карпова Д.С., Цыбикова Г.Ц. Эффективное использование молочной сыворотки в хлебопекарном производстве // Вестник ВСГУТУ. 2012. № 1 (36). С. 107-112.
4. Жамбалова Е.А., Карпова Д.С., Цыбикова Г.Ц. Применение молочной сыворотки в производстве изделий из ржано-пшеничного теста // Хлебопродукты. 2013. № 5. С. 60-61.
5. Корячкина С.Я., Березина Н.А., Гонтовая Н.Н. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения. Орел: Госуниверситет - УНПК, 2012. 261 с.
6. Иванова Т.Н., Захарченко Г.Л. Профилактические продукты питания: учебное пособие. Орёл: Орёл ГТУ, 2000. 164 с.
7. Полякова Е.Д. Разработка и оценка потребительских свойств смеси мучной ржано-пшеничной хлебопекарной диабетического назначения // Хлебопродукты. 2017. № 11. С. 51-53.
8. Меренкова С.П. Разработка ресурсосберегающей технологии приготовления ржано-пшеничного хлеба с использованием стартовых культур // Процессы и аппараты пищевых производств. 2010. № 1. С. 18-22.
9. Меренкова С.П., Лукин А.А. Перспективы использования вторичного сырья крупяного производства в технологии хлебобулочных изделий // НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. № 3. С. 91-98.

10. Никифорова Т.А., Пономарев С.И., Мельников Е.А. Перспективы использования гречневой муки // Хлебопродукты. 2007. № 1. С. 46-47.
11. Никифорова Т.А., Хон И.А. Комплексное использование вторичного сырья крупяных производств // Хлебопродукты. 2014. № 5. С. 50-51.
12. Никифорова Т.А. Перспективы использования вторичного сырья крупяных производств // Хлебопродукты. 2009. № 7. С. 50-51.

References:

1. Kuznetsova L.I., Kazanskaya L.I. Novyy assortiment rzhanogo khleba s ispol'zovaniyem netraditsionnogo syr'ya [A new range of rye bread using non-traditional raw materials]. *Khleboprodukty* [Khleboprodukty], 1998, no. 10, pp. 15–17. (In Russian).
2. Kozubayeva L.A., Koneva S.I. Primeneniye zakvasok pri proizvodstve zernovogo khleba [Use of sourdough starters in the production of grain bread]. *Khleboprodukty* [Khleboprodukty], 2000, no. 2, pp. 21-22. (In Russian).
3. Karpova D.S., Tsybikova G.TS. Effektivnoye ispol'zovaniye molochnoy syvorotki v khlebopekarnom proizvodstve [Effective use of whey in bread production]. *Vestnik VSGUTU* [Bulletin of ESSTU], 2012, no. 1 (36), pp. 107-112. (In Russian).
4. Zhambalova Ye.A., Karpova D.S., Tsybikova G.TS. Primeneniye molochnoy syvorotki v proizvodstve izdeliy iz rzhano-pshenichnogo testa [Use of whey in the production of rye-wheat dough products]. *Khleboprodukty* [Khleboprodukty], 2013, no. 5, pp. 60-61. (In Russian).
5. Koryachkina S.YA., Berezina N.A., Gontovaya N.N. et al. *Sovershenstvovaniye tekhnologiy khlebobulochnykh, konditerskikh i makaronnykh izdeliy funktsional'nogo naznacheniya* [Improvement of Technologies for Functional Bakery, Confectionery, and Pasta Products]. Orel, Gosuniversitet - UNPK Publ., 2012, 261 p. (In Russian).
6. Ivanova T.N., Zakharchenko G.L. *Profilakticheskiye produkty pitaniya* [Preventive Food Products]. Orol, Orol GTU Publ., 2000, 164 p. (In Russian).
7. Polyakova Ye.D. Razrabotka i otsenka potrebitel'skikh svoystv smesi muchnoy rzhano-pshenichnoy khlebopekarnoy diabeticheskogo naznacheniya [Development and evaluation of consumer properties of a rye-wheat baking flour blend for diabetic use]. *Khleboprodukty* [Khleboprodukty], 2017, no. 11, pp. 51-53. (In Russian).
8. Merenkova S.P. Razrabotka resursoberegayushchey tekhnologii prigotovleniya rzhano-pshenichnogo khleba s ispol'zovaniyem startovykh kul'tur [Development of a resource-saving technology for producing rye-wheat bread using starter cultures]. *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv* [Processes and Apparatus of Food Production], 2010, no. 1, pp. 18-22. (In Russian).
9. Merenkova S.P., Lukin A.A. Perspektivy ispol'zovaniya vtorichnogo syr'ya krupyanogo proizvodstva v tekhnologii khlebobulochnykh izdeliy [Prospects for using by-products of cereal processing in bakery product technology]. *NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv* [NRU ITMO. Series: Processes and Apparatus of Food Production], 2015, no. 3, pp. 91-98. (In Russian).
10. Nikiforova T.A., Ponomarev S.I., Mel'nikov Ye.A. Perspektivy ispol'zovaniya grechnevoy muchki [Prospects for the use of buckwheat middlings]. *Khleboprodukty* [Khleboprodukty], 2007, no. 1, pp. 46-47. (In Russian).
11. Nikiforova T.A., Khon I.A. Kompleksnoye ispol'zovaniye vtorichnogo syr'ya krupyanykh proizvodstv [Integrated utilization of secondary raw materials from cereal processing]. *Khleboprodukty* [Khleboprodukty], 2014, no. 5, pp. 50-51. (In Russian).
12. Nikiforova T.A. Perspektivy ispol'zovaniya vtorichnogo syr'ya krupyanykh proizvodstv [Prospects for the use of secondary raw materials from cereal processing]. *Khleboprodukty* [Khleboprodukty], 2009, no. 7, pp. 50-51. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

**Пригарина
Оксана
Михайловна**

канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной химии, пищевых и биотехнологий, таможенного дела и экспертизы товаров

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95
prigarina-oksana@yandex.ru

Prigarina
Oksana Mikhailovna

Ph.D. (Engin.), Associate professor of the Department of industrial chemistry, food and diotechnology, customs and commodity expertise
Oryol State University named after I.S. Turgenev
302026, Oryol Region, Oryol, Komsomolskaya str., 95
prigarina-oksana@yandex.ru

**Платонова
София Евгеньевна**

студент 2 курса направления подготовки «Ветеринарно-санитарная экспертиза»

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95
platonovasofia69@gmail.com

Platonova
Sofia Evgenievna

2st year student of the training direction “Veterinary and sanitary expertise”

Oryol State University named after I.S. Turgenev
302026, Oryol Region, Oryol, Komsomolskaya str., 95
platonovasofia69@gmail.com

**Конкин
Кирилл Евгеньевич**

студент 2 курса направления подготовки «Ветеринарно-санитарная экспертиза»

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95
Kirillkk068@gmail.com

Konkin
Kirill Evgenievich

2st year student of the training direction “Veterinary and sanitary expertise”

Oryol State University named after I.S. Turgenev
302026, Oryol Region, Oryol, Komsomolskaya str., 95
Kirillkk068@gmail.com

УДК 664.66:633.11

Пригарина О.М., Платонова С.Е.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ (МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ, ПАХТЫ, КЕФИРА) ПРИ ЗАМАЧИВАНИИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА

Аннотация. В статье показана возможность применения молочных продуктов (молочной сыворотки, пахты и кефира) на стадии замачивания зерна пшеницы при производстве ржано-пшеничного зернового хлеба. Актуальность исследования обусловлена необходимостью расширения ассортимента функциональных хлебобулочных изделий, в частности ржано-пшеничного зернового хлеба с улучшенными потребительскими свойствами, технологическими характеристикам и повышенной пищевой ценностью. В работе изучены биохимические процессы, протекающие в зерне пшеницы при замачивании её в кисломолочных средах: активация ферментов, накопление молочной кислоты, частичное гидролитическое расщепление компонентов зерна. Установлено уменьшение продолжительности отволаживания зерна в молочной сыворотке, пахте и кефире. Оценено их влияние на микробиологическую чистоту зерна, структурно-механические свойства теста и органолептические показатели готового обогащенного биологически активными веществами хлеба. Показано, что использование молочной сыворотки способствует обогащению продукта минеральными веществами, пахта улучшает питательную среду, а кефир активизирует бродильные процессы за счёт собственной микрофлоры, что способствует оптимизации технологических процессов и улучшению качества готового хлеба. Результаты исследования могут быть применены на хлебопекарных предприятиях для совершенствования технологий и повышения качества продукции.

Ключевые слова: ржано-пшеничный зерновой хлеб, молочная сыворотка, пахта, кефир.

Prigarina O.M., Platonova S.E.

THE USE OF DAIRY PRODUCTS (WHEY, BUTTERMILK, KEFIR) IN THE SOAKING OF WHEAT GRAIN IN THE TECHNOLOGY OF PRODUCING RYE-WHEAT GRAIN BREAD

Abstract. The article demonstrates the possibility of using dairy products (whey, buttermilk, and kefir) at the stage of soaking wheat grain in the production of rye-wheat grain bread. The relevance of the study is due to the need to expand the range of functional bakery products, in particular rye-wheat grain bread with improved consumer properties, technological characteristics, and increased nutritional value. The work studies the biochemical processes occurring in wheat grain during soaking in fermented dairy media: enzyme activation, lactic acid accumulation, and partial hydrolytic breakdown of grain components. A reduction in the duration of grain conditioning in whey, buttermilk, and kefir has been established. Their effect on the microbiological purity of the grain, the structural and mechanical properties of the dough, and the organoleptic characteristics of the finished bread enriched with biologically active substances has been assessed. It has been shown that the use of whey contributes to enriching the product with minerals, buttermilk improves the nutrient medium, and kefir activates fermentation processes due to its own microflora, which helps to optimize technological processes and improve the quality of the finished bread. The research results can be applied in baking enterprises to improve technologies and enhance product quality.

Keywords: rye-wheat grain bread, whey, buttermilk, kefir.

Введение. В ежедневном рационе хлеб выступает одним из базовых продуктов повседневного спроса всех социальных групп. Для обеспечения населения хлебом важно сохранять его стабильное качество и высокую пищевую ценность. Это возможно за счёт освоения ресурсосберегающих производственных решений, увеличения ассортимента

хлебобулочных изделий, а также поиск решений для увеличения срока сохранения свежести хлеба.

Загрязнение окружающей среды при снижении сопротивляемости организма человека вредным воздействиям приводят к несбалансированности питания. В связи с этим особый интерес вызывает производство и потребление зернового хлеба.

Достоинством зернового хлеба является отсутствие антипитательных факторов, повышенное содержание ценных компонентов зерна, достигаемое сохранением периферийных частей зерновки – семенной оболочки и алейронового слоя. Целебная сила хлеба из цельного зерна достигается нерушимостью природной целостности – морфологии, анатомии, структуры зерна и сохранением зародыша неповреждённым. Целые зёрна являются отличным источником быстро высвобождающейся энергии.

При употреблении хлеба из цельного зерна нормализуются обменные процессы, улучшается моторика кишечника, организм очищается от шлаков, канцерогенных и токсичных веществ, выводится избыток холестерина [1].

Однако производство хлеба из цельного зерна в зонах экологического неблагополучия, в том числе и в Орловской области, делает актуальной проблему качества продукта с точки зрения его загрязнения вредными веществами, отрицательно влияющими на здоровье человека.

В соответствии с СанПин 2.3.2.1078-01 в зерне контролируется количество токсичных и радиоактивных элементов, пестицидов, микроорганизмов и их токсинов.

Ржано-пшеничный хлеб длительное время сохранял свою значимость в традиционной культуре питания народов России. В настоящее время прослеживается тенденция к сокращению потребления ржаного и ржано-пшеничного хлеба в мире, что требует особого внимания со стороны отрасли. Ценность продукта определяется не только специфическими органолептическими свойствами (характерным вкусом и ярко выраженным ароматом), но и благоприятным влиянием на организм человека, связанным с особенностями зерна ржи. Повысить спрос на данную продукцию можно путём совершенствования и оптимизации технологии производства, что обеспечит стабильно высокое качество готовых изделий с использованием нетрадиционного сырья растительного и животного происхождения.

Ржаной и цельнозерновой хлеб – высокофункциональные изделия, содержащие незаменимые аминокислоты (в том числе лизин), клетчатку, комплекс минеральных веществ и отличаются умеренной калорийностью. Употребление зернового хлеба из зерна пшеницы и ржи способствует контролю аппетита за счёт быстрого насыщения, а также поддержанию здоровья желудочно-кишечного тракта, поскольку грубые пищевые волокна улучшают перистальтику кишечника, ускоряют элиминацию канцерогенов и токсичных метаболитов из организма, включая соли тяжёлых металлов. Доказана связь регулярного потребления цельнозерновых продуктов со снижением риска ожирения, диабета, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, поддержанием общего тонуса, что обосновывает их значимость в сбалансированном функциональном рационе.

Хлебопекарная индустрия России интенсивно использует применение молочных продуктов (молочной сыворотки, пахты и кефира) при выработке хлебобулочных изделий. О перспективности технологии производства хлеба с использованием таких продуктов свидетельствуют всё увеличивающиеся объём производства полуфабрикатов, выпуск готовых изделий на их основе [2].

В связи с этим актуальными являются исследования, направленные на разработку эффективных способов совершенствования технологии производства зернового ржано-пшеничного хлеба с применением молочных продуктов, позволяющих наряду с сохранением высоких потребительских свойств, расширить ассортимент хлебобулочных изделий [1].

Целью исследования является разработка технологии, позволяющей рационально использовать все ценные компоненты зерна, вырабатывать экологически безопасный зерновой ржано-пшеничный хлеб повышенной пищевой и биологической ценности с высоким содержанием пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ.

Материалы и методы исследования. Молочную (творожную) сыворотку при замачивании зерна полбы для снижения содержания фитина, укрепления клейковины, сокращения брожения теста использовала Хмелёва Е.В. [3]. Хамханова Д.Н., Цыбикова Г.Ц., Инешина Е.Г. замачивали зерно пшеницы в творожной сыворотке с целью усиления гидролитических процессов в зерне и улучшения вкуса, аромата и качества мякиша пшеничного зернового хлеба [4]. Учёные Воронежского государственного университета инженерных технологий Алёхина Н.Н., Пономарева Е.И., Бакаева И.А. при производстве зернового хлеба применяли сухую молочную сыворотку в составе хлебопекарной смеси и закваски на основе хлебопекарных смесей из биоактивированного зерна пшеницы и ржи в качестве подкислителя и компонента, стимулирующего бродильную микрофлору. Богатырева Т.Г., Лабутина Н.В., Асадчих Е.Н., Белявская И.Г., Юдина Т.А. при производстве ржано-пшеничного хлеба вносили в зерновую закваску из пророщенной зелёной гречихи 2 % сухой молочной творожной сыворотки на первой стадии выращивания молочнокислых и пропионовокислых бактерий [5]. Учёные Греции использовали кефирные зёрна в качестве заменителя пекарских дрожжей при производстве хлеба [6, 7]. Вместе с тем, работ по использованию пахты для замачивания зерна пшеницы в технологии ржано-пшеничного зернового хлеба недостаточно.

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях кафедры промышленной химии, пищевых и биотехнологий, таможенного дела и экспертизы товаров ОГУ имени И.С. Тургенева. При проведении исследований использовали следующее основное сырьё: зерно пшеницы (ГОСТ 9353-2016) и ржи (ГОСТ 16990-2017) урожая 2023-2025 гг. Для повышения пищевой ценности и улучшения органолептических показателей применяли сухую пшеничную клейковину (ГОСТ 31934-2012); молочную сыворотку (ГОСТ 34352-2017), пахту (ГОСТ 34354-2017), кефир (2,4 % жирность) (ГОСТ 31454-2012).

Анализ показателей качества и безопасности сырья проводили по общепринятым и специальным методикам: технический анализ зерна – по ГОСТ 9353-2016; отбор проб зерна – по ГОСТ 13586.3-2015; определение сорной и зерновой примесей – по ГОСТ 33538-2015; определение заражённости и повреждённости зерна вредителями – по ГОСТ 13586.6-93; запах и цвет зерна – по ГОСТ 10967-2019; влажность зерна – по ГОСТ 13586.5-2015; натура зерна – по ГОСТ 10840-2017; стекловидность зерна – по ГОСТ 10987-76; количество и качество клейковины – по ГОСТ Р 54478-2011.

Свойства теста исследовали по следующим показателям: титруемая кислотность, влажность, газообразующая способность муки; структурно-механические свойства теста анализировали по определению предельного напряжения сдвига на автоматизированном пенетрометре АП-4/2 по методике, прилагаемой к прибору.

Анализ готового хлеба проводили не раньше, чем через 4 часа и не позднее, чем через 24 часа после выемки его из печи по следующим показателям: органолептические показатели – по ГОСТ 5667-2022; влажность – по ГОСТ 21094-2022; титруемая кислотность – по ГОСТ 5670-96; пористость – по ГОСТ 5669-96; удельный объём – по общепринятой методике; структурно-механические свойства мякиша (по значениям общей, пластической и упругой деформации) – на структурометре СТ-1М по методике, прилагаемой к прибору. Органолептическую оценку готовых изделий проводили согласно шкале балльной оценки хлебобулочных изделий из ржано-пшеничного зернового теста.

Результаты исследования и их обсуждение. Подготовка зерна к производству цельнозернового хлеба включает его очистку от примесей, замачивание и последующее диспергирование [8].

Ржано-пшеничный хлеб вырабатывали формовым из зерна пшеницы в количестве 50 % и 50 % зерна ржи. Всё зерно ржи измельчали и применяли на производство большой густой закваски. Рецептура и режимы приготовления большой густой закваски из цельносмолотого зерна ржи в разводочном и в производственном циклах на закваске прежнего приготовления [1] представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Рецепт и режим приготовления густой зерновой закваски в разводочном цикле на закваске прежнего приготовления

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Фазы разводочного цикла		
	I	II	III
Закваска прежнего приготовления, кг	0,03	-	-
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	0,003	-	-
Закваска предыдущей фазы, кг	-	0,2	0,55
Количество муки в закваске, кг	-	0,1	0,3
Цельноразмолотое зерно ржи, кг	0,09	0,2	0,7
Вода, кг	0,08	0,15	0,45
Масса закваски, кг	0,2	0,55	1,7
Влажность, %	54-56	52-54	48-50
Температура начальная, °C	26-28	26-28	26-28
Кислотность конечная из цельноразмолотого зерна ржи, град	9-11	10-13	13-16
Продолжительность брожения, ч	3-5	3-5	3-5

Таблица 2 – Рецепт и режим приготовления густой зерновой закваски в производственном цикле

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса при внесении муки с закваской на её возобновление 50 %
Закваска прежнего приготовления, кг	0,85
Цельноразмолотое зерно ржи, кг	0,5
Вода, кг	0,35
Масса закваски, кг	1,7
Количество муки в закваске, кг	1,0
Влажность, %	48-50
Температура начальная, °C	25-28
Кислотность конечная густой закваски из цельноразмолотого зерна ржи, град	13-16
Продолжительность брожения, ч	2,5-3,0
Подъёмная сила, мин	18-25

Определяли следующие параметры густой зерновой закваски с применением размолотого зерна ржи на закваске прежнего приготовления и прессованных дрожжах: органолептические показатели, влажность, кислотность, подъёмную силу (табл. 3).

Таблица 3 – Качественные показатели густой зерновой закваски с применением размолотого зерна ржи на закваске прежнего приготовления и прессованных дрожжах

Наименование показателей	Густая зерновая закваска с применением размолотого зерна ржи на закваске прежнего приготовления и прессованных дрожжах
Органолептические показатели:	
Состояние поверхности	Плоская
Степень разрыхленности	Разрыхленная
Консистенция и промесс	Нормальная, однородная
Степень «сухости»	Влажная, мажущаяся, липкая
Вкус	Свойственен, без посторонних
Цвет	Серо-коричневый
Запах	Свойственен, без посторонних
Физико-химические показатели:	
Влажность, %	48-50
Температура начальная, °C	28
Кислотность конечная, град	13-16
Подъёмная сила «по шарiku», мин	23

«Результаты исследования качественных показателей густой зерновой закваски с применением размолотого зерна ржи на закваске прежнего приготовления и прессованных дрожжах показали, что по органолептическим показателям выведенная закваска близка с густой закваской, любезно предоставленной сотрудниками хлебозавода. Кислотность исследуемой зерновой закваски составила 13-16 град, что входит в пределы кислотности густой закваски – 13-16 град. Подъёмная сила «по шарик» густой зерновой закваски с применением размолотого зерна ржи на закваске прежнего приготовления и прессованных дрожжах составила 23 мин, тогда как подъемная сила густой ржаной закваски должна быть 18-25 минут. Из вышенаписанного можно сделать вывод о том, что выведенная густая зерновая закваска с применением размолотого зерна ржи на закваске прежнего приготовления и прессованных дрожжах по исследуемым показателям качества вполне соответствует густой закваске, взятой на хлебозаводе для разводочного цикла, и может быть использована при приготовлении зернового хлеба для дальнейших исследований» [1].

В работе было исследовано зерно пшеницы урожая 2023-2025 годов, определены его показатели качества, представленные в таблице 4, из которых следует, что зерно можно отнести к нормальному.

Таблица 4 – Результаты качественного анализа зерна пшеницы

Наименование показателя	Значение опытного образца пшеницы
Состояние	Негреющееся, в здоровом состоянии
Запах	Нормальный, свойственный здоровому зерну
Цвет	Нормальный, свойственный здоровому зерну
Натура г/л	781
Влажность, %	9,2
Сорная примесь, %	2,6
Зерновая примесь, %	2,9
Качество клейковины, ед. прибора ИДК	80
Стекловидность, %	55
Зараженность вредителями	Не обнаружено

Зерно пшеницы, влажностью 9,2 % – сухое, стекловидностью 55 % – частично стекловидное, объёмной массой 781 г/см³ – средненатурное. Содержание клейковины – 28,4 %, показатель ИДК – 80 ед. прибора ИДК. Количество примесей – в пределах нормы, зараженность вредителями не обнаружена [8].

Предположили, что применение молочных продуктов (молочной сыворотки, пахты, кефира) при замачивании зерна увеличит бродильную активность дрожжей за счёт повышения кислотности теста сразу после замеса и улучшения азотного питания. Вероятно, быстрее будут протекать коллоидные и биохимические процессы при созревании теста [1]. Повышенная кислотность ржано-пшеничного теста, особенно содержание в нём молочной кислоты, будет влиять на степень пептизации белков и улучшит его структурно - механические свойства. Предшественники вкуса и аромата в молочных продуктах позволят получить хлеб более высокого качества при сокращённой продолжительности брожения теста.

Зерно пшеницы замачивали в молочных продуктах (гидромуль 1:1) и оставляли для набухания на 20...24 ч при температуре 40 °С до достижения зерном влажности 40...48 %, благоприятной для дальнейшего тонкого диспергирования. Динамика изменения влажности зерна представлена на рисунке 1, из которого видно, что в первые 4 часа замачивания во всех образцах происходит резкое увеличение влажности сухого зерна пшеницы из-за интенсивного поглощения влаги, а затем зерно увлажняется медленнее. Это связано с тем, что после заполнения всех пустот оболочки зерна набухают. В период с 16 до 24 часов нарастание влажности замедляется.

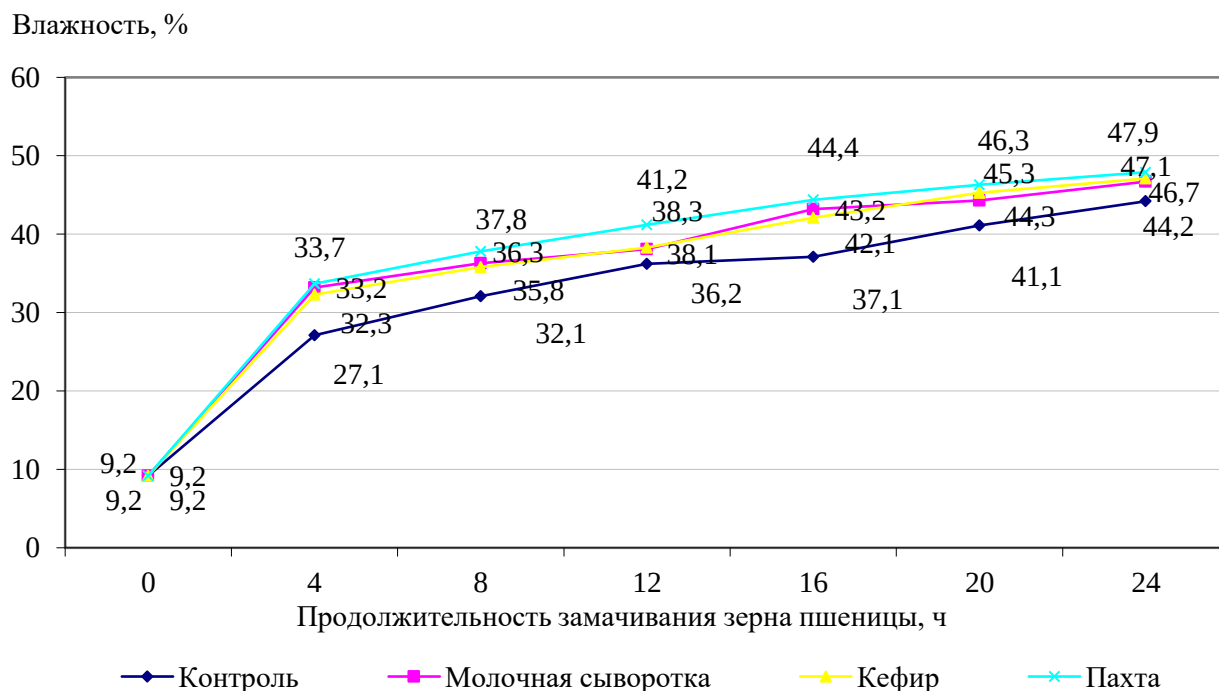


Рисунок 1 – Изменение влажности зерна пшеницы при его замачивании

Нарастание кислотности, при замачивании пшеницы в молочных продуктах (молочной сыворотке, пахте, кефире), приведённое на рисунке 2, прямопропорционально кислотности молочных продуктов, что будет способствовать ускоренному созреванию зернового ржано-пшеничного теста.

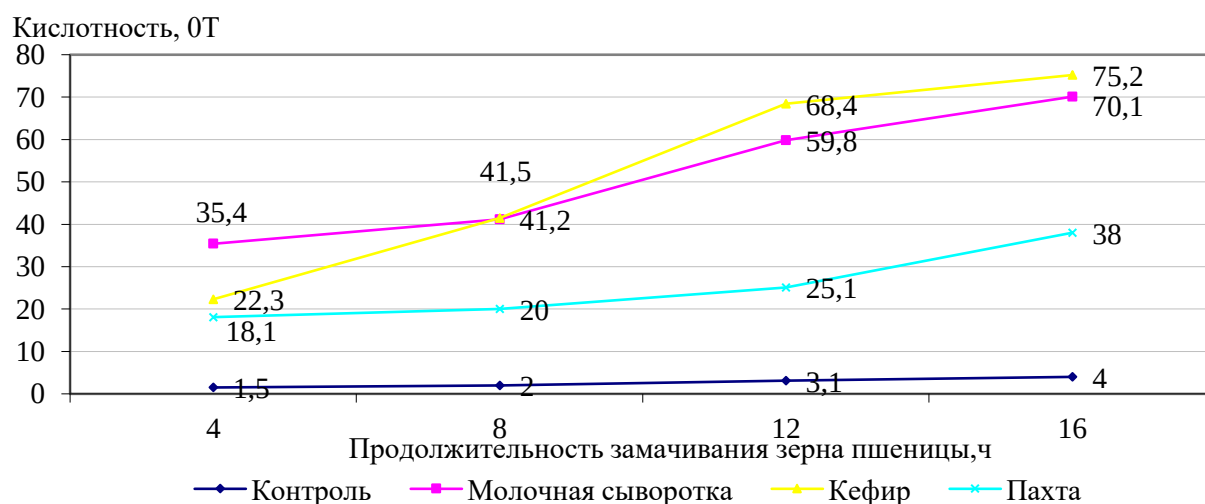


Рисунок 2 – Изменение кислотности зерна пшеницы при его замачивании

Известно, что микробиологическая обсеменённость зерна, богатого питательными веществами, высока, причём спектр выявленных микроорганизмов представлен довольно широко, что усложняет его применение. На поверхности сухого зерна микроорганизмы находятся в анабиозном состоянии. При производстве зернового хлеба одной из технологических стадий является замачивание зерна при повышенной температуре и влажности, что способствует увеличению численности микрофлоры, негативно влияющей на качество и безопасность хлеба. Поэтому одной из проблем, возникающих при производстве хлеба из цельного зерна, является необходимость обеспечения микробиологической чистоты зерна злаковых культур на стадии отволаживания.

С этой целью пшеницу замачивали в молочной сыворотке, пахте, кефире. Применение молочных продуктов при замачивании зерна способствует не только снижению его микробиологической обсеменённости за счёт поддержания необходимой рН среды, но и размягчению его оболочек, что является важным фактором с технологической точки зрения и позволяет сделать вывод о целесообразности замачивания пшеницы в молочной сыворотке, пахте, кефире.

При диспергировании зерна для производства зернового хлеба клейковинный каркас может быть неудовлетворительным. Белково-протеиназный комплекс ржи специфичен. Белковые вещества ржи в тесте способны пептизироваться, переходя в вязкий коллоидный раствор. Для улучшения структуры теста, корректировки хлебопекарных свойств, увеличения срока сохранения свежести хлеба, снижения крошковатости мякиша, повышения выхода готовых изделий использовали при замесе теста сухую клейковину в количестве 2 % к массе исходного сухого зерна [1].

Тесто на большой густой закваске из цельносмолотого зерна ржи готовили периодически в 2 стадии по рецептуре, приведённой в таблице 5.

Таблица 5 – Рецептура и режим приготовления теста на густой закваске

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Расход сырья и параметры теста при внесении 50 % муки с закваской
Закваска густая на основе цельносмолотого зерна ржи, кг	0,85
Цельноразмолотое зерно ржи, содержащееся в закваске, кг	0,5
Диспергированное зерно пшеницы, кг	0,5
Вода, кг	по расчёту
Соль, кг	0,015
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	0,02
Влажность, %, не более	$W_{\text{хл}}+1,0$
Температура начальная, °С	25-28
Кислотность теста конечная, град	9-13
Продолжительность брожения, ч	40-60

Замачивание зерна в молочных продуктах способствовало снижению продолжительности брожения теста кислотностью 9-10 град до 45 мин.

Свойства теста определяли до и после брожения по органолептическим и физико-химическим показателям, приведённым в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты оценки физико-химических показателей качества теста до и после брожения

Наименование показателя	Наименование полуфабриката							
	Контроль		Молочная сыворотка		Кефир		Пахта	
	До брож-я	После брож-я	До брож-я	После брож-я	До брож-я	После брож-я	До брож-я	После брож-я
Кислотность теста, град	5,0	8,5	7,0	9,0	8	10,0	6,5	8,8
Продолжительность брожения теста, мин	45	45	45	45	45	45	45	45
Влажность теста, %	48,4	48,5	49,1	49,2	51,2	51,4	50,0	50,2
Масса теста, г	1385	1386	1120	1121	1402	1403	1285	1286

Влажное, мажущееся тесто нормальной консистенции с выпуклой поверхностью имело соответствующие цвет, запах и вкус. Влажность теста варьировалась в пределах от 48,4 % до 51,4 %.

Применение молочных продуктов при замачивании зерна способствует интенсификации газообразования на 14,4 % по сравнению с контролем (особенно с внесением кефира), поскольку увеличивается бродильная активность дрожжей за счёт повышения кислотности теста сразу после замеса и улучшения азотного питания (рисунок 3). Кроме того, витамины, макро- и микроэлементы, входящие в состав молочных продуктов (молочной сыворотки, кефира, пахты), создают благоприятные условия для жизнедеятельности дрожжевых клеток.

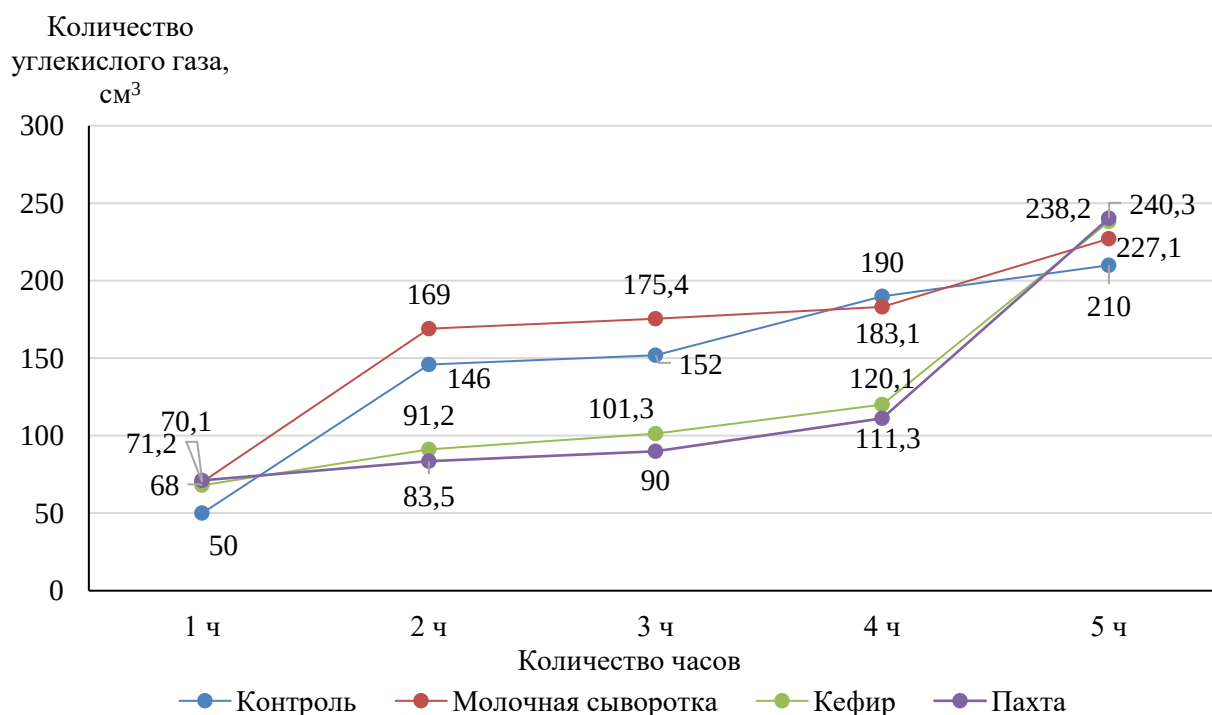


Рисунок 3 – Влияние молочных продуктов и сухой клейковины на газообразующую способность теста

Тесто разделявали на заготовки массой 350 г, которые расстайвались при температуре (35-40) °С, влажности – 80 % в условиях расстойного шкафа в течение 40 минут и выпекались при температуре 220 °С в течение 50 минут.

Органолептические показатели качества готового хлеба, представленные в таблице 7, оценивали через 12-24 часа после выемки из печи по 5-ти бальной шкале. Опытные образцы превосходили контроль.

Таблица 7 – Результаты балльной оценки органолептических показателей качества хлебобулочных ржано-пшеничных зерновых изделий

Органолептические показатели качества с учетом коэффициента весомости, балл	Наименование хлеба			
	Контроль	Молочная сыворотка	Кефир	Пахта
Внешний вид	3,5	4,0	3,5	4,0
Окраска корки	3,5	4,0	3,5	4,0
Пористость мякиша	3,0	4,5	4,0	4,0
Цвет мякиша	3,0	4,5	4,0	4,0
Эластичность мякиша	3,0	4,0	4,0	3,5
Аромат хлеба	4,0	5,0	5,0	4,0
Вкус хлеба	3,0	4,0	4,0	3,0
Разжевываемость	3,	4,0	4,0	4,0
Итого:	27,0	33,5	32,5	29,5

Влияние молочных продуктов (молочной сыворотки, кефира, пахты) и сухой клейковины на физико-химические показатели качества готового ржано-пшеничного зернового хлеба представлены в таблице 8 и на рисунке 4. Кислотность зернового ржано-пшеничного хлеба колеблется в интервале 7,7-9 град, влажность соответствует влажности ржано-пшеничного хлеба и лежит в интервале от 47,5 % до 50,4 %. Замачивание зерна в молочных продуктах увеличивает пористость мякиша на 1-3,5 % и удельный объём – на 6-12 % по сравнению с контролем [8].

Таблица 8 – Влияние молочных продуктов на физико-химические показатели качества ржано-пшеничного зернового хлеба

Наименование образца	Показатели качества ржано-пшеничного зернового хлеба			
	Влажность хлеба, %	Пористость хлеба, %	Кислотность хлеба град	Удельный объём, см ³ /100г
Контроль	47,5	59,0	7,7	1,7
Молочная сыворотка	48,2	59,4	9,0	1,9
Кефир	50,4	50,0	8,0	1,8
Пахта	49,2	59,2	8,0	1,7

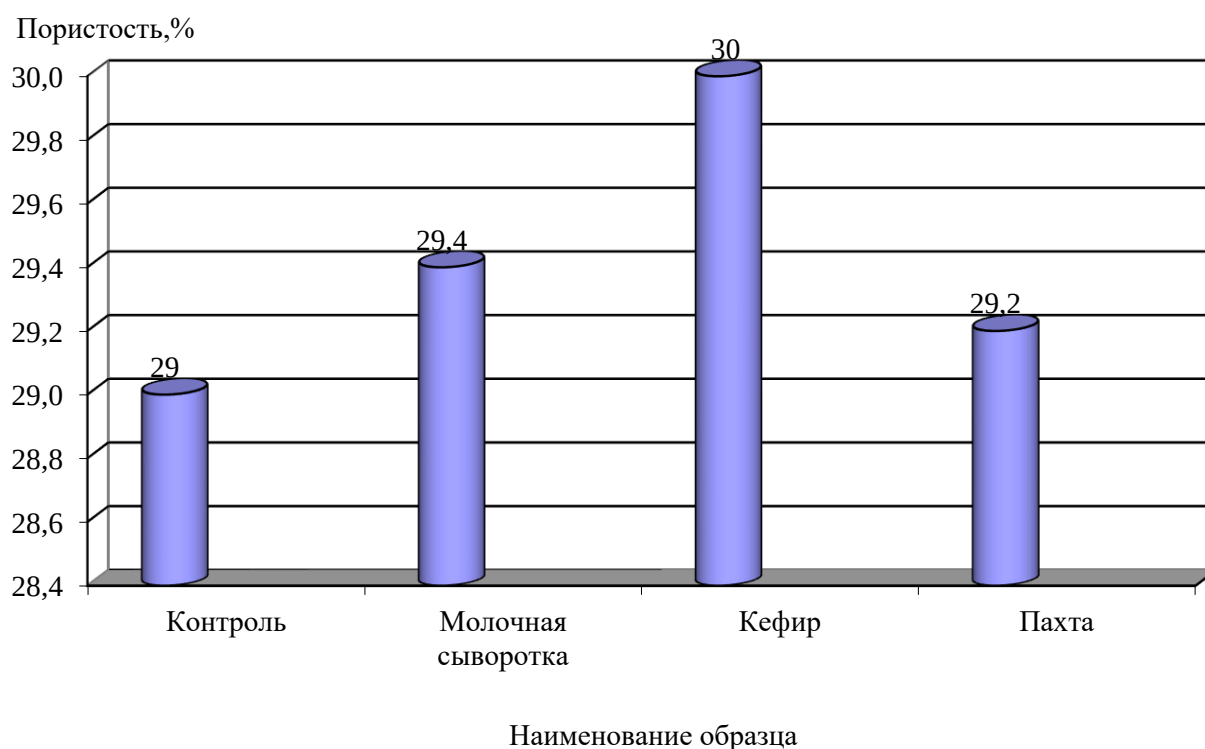


Рисунок 4 – Влияние молочных продуктов (молочной сыворотки, кефира, пахты) и сухой клейковины на пористость ржано-пшеничного зернового хлеба

Применение молочных продуктов на стадии замачивания зерна и сухой клейковины при замесе теста способствуют более длительному сохранению свежести зернового ржано-пшеничного хлеба, о чём свидетельствуют данные структурно-механических свойств мякиша, определённые через 3, 16, 24, 48 ч хранения хлеба, приведённые на рисунке 5. Это объясняется присутствием молочной кислоты, улучшающей структурно-механические свойства теста, эффективностью применения сухой клейковины, которая повышает водопоглощательную способность теста, улучшает реологические свойства и показатели качества хлеба, увеличивает срок сохранения его свежести, снижает крошковатость мякиша.

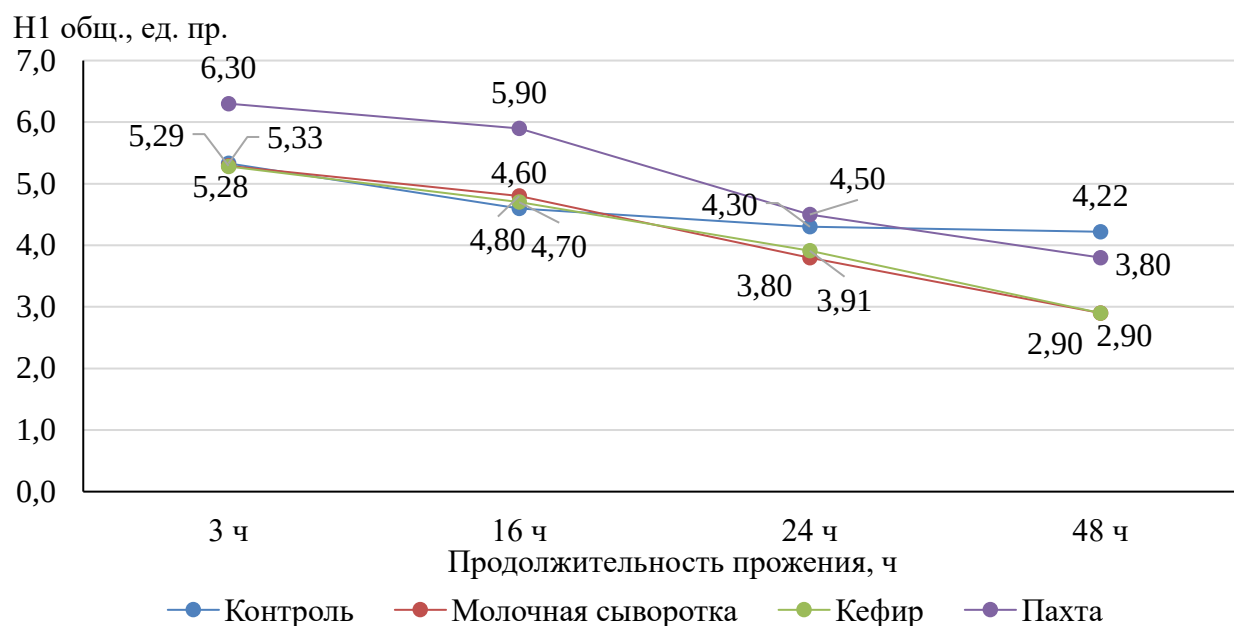


Рисунок 5 – Влияние молочных продуктов и сухой клейковины на структурно-механические свойства ржано-пшеничного зернового хлеба при хранении

Анализ, представленных в таблице 9 данных пищевой ценности показывает, что хлеб из цельного зерна ржи и пшеницы с применением молочных продуктов по химическому составу превосходит контроль.

Таблица 9 – Пищевая ценность зернового хлеба

Химический состав	Суточная потребность (СанПиН 2.3.21078-01)	Зерновой ржано-пшеничный хлеб (с применением молочнокислых продуктов)		Зерновой ржано-пшеничный хлеб (контроль)	
		содержание в 100 г	удовлетворение, %	содержание в 100 г	удовлетворение, %
Белки, г	75,0	9,6	38,4	8,7	34,8
Жиры, г	83,0	2,0	7,2	1,0	3,6
Усвояемые углеводы, г	365,0	49,0	40,2	47,0	38,6
Пищевые волокна, г	30,0	8,3	83	8,3	83
Минеральные вещества, мг					
-магний	400,0	64,5	48,4	62,83	47,1
-фосфор	1000,0	161,1	48,3	156,1	46,8
-железо	14,0	3,2	68,5	3,1	66,4
Витамины, мг					
-тиамин (В ₁)	1,5	0,29	58,0	0,28	56,0
-рибофлавин (В ₂)	1,8	0,12	20,0	0,12	20,0
-ниацин (РР)	20,0	3,27	49,1	3,27	49,1
Энергетическая ценность, ккал	2500,0	182,3	21,8	181,1	21,7

Таким образом, потребление 300 г зернового ржано-пшеничного хлеба удовлетворяет суточную потребность организма в белке на 34,8 %, жире на 3,6 %, усвояемых углеводах на 38,6 %, минеральных веществах на 47,1–66,4 %, витаминах группы В и РР на 20,0–56,0 %.

Выводы. В ходе проведения исследования установлено, что при замачивании зерна пшеницы в молочных продуктах (кефире, пахте, молочной сыворотке) и воде влажность вначале во всех образцах резко увеличивается, а в последующие отрезки времени медленно распространяется по всем тканям. Молочные продукты при замачивании создают более

активную среду. Их кислая среда помогает размягчить оболочки зерна, модифицировать структуру его клеточных стенок, стимулируя гидролитические процессы: облегчается проникновение влаги глубже и быстрее, зерно ускоренно поглощает большее количество воды за одно и то же время, в итоге лучше набухает, что сокращает длительность и интенсифицирует процесс замачивания зерна [9].

Замачивание зерна пшеницы в кефире, пахте, молочной сыворотке способствует снижению его микробиологической обсемененности за счет поддержания необходимой pH среды благодаря входящим в состав молочных продуктов органическим кислотам, обладающим антисептическими свойствами. Молочная кислота в качестве натурального консерванта подавляет развитие нежелательной, в том числе патогенной, микрофлоры на поверхности зерна, снижая риск порчи сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

Для равномерного распределения клейковины по всему объему массы зерна практическим путём установлено оптимальное её количество – 2 % к массе исходного сухого зерна.

Исследование влияния молочных продуктов (кефира, пахты, молочной сыворотки) на изменение физико-химических свойств теста до и после брожения показало, что: кислотность теста меняется в зависимости от кислотности молочного продукта; самый низкий показатель кислотности теста – 5 град в пробе с водой, а самый высокий – 10 град в пробе с кефиром; влажность теста увеличивается при брожении и составляет 49,2 % для образца с молочной сывороткой и 51,4 % с использованием кефира; масса незначительно увеличивается [2].

Газообразующая способность меняется в зависимости от молочного продукта (кефира, пахты, молочной сыворотки), применяемого при замачивании зерна, что можно объяснить интенсификацией процесса брожения за счет увеличения количества сбраживаемых сахаров. Нарастание активности газообразования наблюдалось в течение всего периода брожения. Так, в образце с молочной сывороткой газообразующая способность увеличилась на 8,1 % по сравнению с контрольным образцом, в образце с кефиром – на 14,4 %, а в образце с пахтой – на 13,4 %.

Таким образом входящие в состав молочных продуктов витамины, макро- и микроэлементы создают благоприятную питательную среду для молочнокислых бактерий и дрожжей, активируют действие ферментов зерна, ускоряют протекание биохимических процессов – гидролиз крахмала, расщепление некрахмальных полисахаридов при дальнейшем замесе и брожении теста из зерновой массы, улучшает доступность питательных веществ для дрожжей и молочнокислых бактерий. Зерно легче подвергается диспергированию, кислотность теста из зерновой массы после замеса в процессе брожения повышается, что интенсифицирует процесс газообразования [10]. С одной стороны активация собственных ферментов зерна приводит к расщеплению белков, что может ослабить клейковинный каркас. А с другой стороны содержащиеся в молочных продуктах белки и другие азотистые соединения положительно сказываются на реологических свойствах теста, укрепляюще действуя на белковую систему, замедляя протеолиз белков и укрепляя клейковину. В результате увеличивается удельный объём хлеба, улучшается пористость мякиша, о чём свидетельствуют результаты дегустационной оценки органолептических показателей его качества: наилучшие результаты – 33,5 баллов – получил образец с молочной сывороткой [2].

Выяснили, что применение молочных продуктов (кефира, пахты, молочной сыворотки) при замачивании зерна пшеницы улучшает качество ржано-пшеничного зернового хлеба, положительно влияет на физико-химические показатели готового вкусного и ароматного хлеба – структура мякиша получается более равномерной и эластичной; пористость улучшается на 2 %, влажность и кислотность в норме, увеличивается удельный объём – на 1,9 в пробе с молочной сывороткой [8, 11].

Результаты исследования изменения свежести хлеба в процессе хранения показали, что молочная кислота, входящая в состав молочных продуктов, положительно влияет на реологические свойства, поскольку при хранении структурно-механические характеристики мякиша выпеченного хлеба с применением молочных продуктов выше, чем у контроля, и эти

изделия дольше сохраняют свежесть. Замедление черствения хлеба объясняется также эффективностью применения сухой клейковины, которая повышает водопоглотительную способность теста, улучшает реологические свойства полуфабрикатов и показатели качества хлеба, увеличивает срок сохранения его свежести, снижает крошковатость мякиша.

Установлено, что потребление 300 г зернового хлеба удовлетворяет суточную потребность организма в белке на 34,8 %, жире на 3,6 %, усвояемых углеводах на 38,6 %, минеральных веществах на 47,1-66,4 %, витаминах группы В и РР на 20,0-56,0 %. Таким образом молочные продукты повышают пищевую ценность хлеба, обогащая его белками, минеральными веществами и витаминами, входящими в состав молочной сыворотки, пахты, кефира.

Микробиологические показатели всех образцов хлеба в норме, о чем свидетельствуют полученные результаты исследования микрофлоры.

Также замачивание зерна в молочных продуктах может придавать хлебу пребиотические свойства, способствуя развитию полезной микрофлоры в кишечнике.

Таким образом показана целесообразность замачивания зерна пшеницы в молочных продуктах и необходимость применения при замесе теста для ржано-пшеничного зернового хлеба сухой клейковины, что позволяет получить продукт с улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями, повышенной пищевой ценностью и более длительным сроком сохранения свежести.

Список использованной литературы:

1. Пригарина О.М. Использование кефира при замачивании зерна в технологии зернового ржано-пшеничного хлеба для повышения его качества и безопасности // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: материалы Международной научно-технической конференции. 2013. С. 135-140.
2. Корякина С.Я., Березина Н.А., Гонтовая Н.Н. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения. Орел: Госуниверситет - УНПК, 2012. 261 с.
3. Патент № 2785382 РФ. Способ производства зернового хлеба из полбы / Е.В. Хмелева. А 21 D 8/02. 2022.
4. Патент № 2452183 РФ. Способ производства пшеничного зернового хлеба / Д.Н. Хамханова, Г.Ц. Цыбикова, Е.Г. Инешина. А 21 D 13/02. 2012.
5. Патент № 2604925 РФ. Способ производства ржано-пшеничного хлеба на зерновой закваске / Т.Г. Богатырёва, Н.В. Лабутина, Е.Н. Асадчих, И.Г. Белявская, Т.А. Юдина. А 21 D 13/02. 2016.
6. Plessas S., Pherson L., Bekatorou A., Nigam P., Koutinas A.A. Bread making using kefir grains as baker's yeast // Food Chemistry. 2005. № 93 (4). P. 585–589.
7. Plessas S., Trantallidi M., Bekatorou A., Kanellaki M., Nigam P., Koutinas A.A. Immobilization of kefir and Lactobacillus casei on brewery spent grains for use in sourdough wheat bread making // Food Chemistry. 2007. № 105 (1). P. 187–194.
8. Пригарина О.М. Использование сои в технологии биологически ценного зернового ржано-пшеничного хлеба // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2014. № 6. С. 38-41.
9. Карпова Д.С., Цыбикова Г.Ц. Эффективное использование молочной сыворотки в хлебопекарном производстве // Вестник ВСГУТУ. 2012. № 1 (36). С. 107-112.
10. Пичугина Е.Ю., Ибрагимова А.С. Получение ржано-пшеничного хлеба с использованием молочной сыворотки // Наука и инновации в АПК XXI века: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 145-летию академии. Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2018. С. 378-381.
11. Жамбалова Е.А., Карпова Д.С., Цыбикова Г.Ц. Применение молочной сыворотки в производстве изделий из ржано-пшеничного теста // Хлебопродукты. 2013. № 5. С. 60-61.

References:

1. Prigarina O.M. Ispol'zovanie kefir pri zamachivani zerna v tekhnologii zernovogo rzhanopshenichnogo hleba dlya povysheniya ego kachestva i bezopasnosti [Use of kefir for grain soaking in rye-wheat bread production to enhance quality and safety]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Innovacionnye tekhnologii v pishchevoy promyshlennosti: nauka, obrazovanie i proizvodstvo»* [Proceedings of the International Scientific and Technical Conference “Innovative Technologies in the Food Industry: Science, Education, and Production”]. 2013. pp. 135-140. (In Russian).
2. Koryachkina S.YA., Berezina N.A., Gontovaya N.N. et al. *Sovershenstvovaniye tekhnologiy khlebobulochnykh, konditerskikh i makaronnykh izdeliy funktsional'nogo naznacheniya* [Improvement of Technologies for Functional Bakery, Confectionery, and Pasta Products]. Orel, Gosuniversitet - UNPK Publ., 2012, 261 p. (In Russian).
3. Hmeleva E.V. *Sposob proizvodstva zernovogo hleba iz polby* [Method of production of wheat bread from flour]. Patent RF no. 2785382, A 21 D 8/02, 2022. (In Russian).
4. Hamhanova D.N., Cybikova G.C., Ineshina E.G. *Sposob proizvodstva pshenichnogo zernovogo hleba // zayavitel' i patentoobladatel'* [Method for producing wheat grain bread]. Patent RF no. 2452183, A 21 D 13/02, 2012. (In Russian).
5. Bogatyrova T.G., Labutina N.V., Asadchikh Ye.N., Belyavskaya I.G., Yudina T.A. *Sposob proizvodstva rzhanopshenichnogo khleba na zernovoy zakvaske* [Method for producing rye-wheat bread using grain-based sourdough]. Patent RF no. 2604925, A 21 D 13/02, 2016. (In Russian).
6. Plessas S., Pherson L., Bekatorou A., Nigam P., Koutinas A.A. Bread making using kefir grains as baker's yeast. *Food Chemistry*, 2005, no. 93 (4), pp. 585–589. (In English).
7. Plessas S., Trantallidi M., Bekatorou A., Kanellaki M., Nigam P., Koutinas A.A. Immobilization of kefir and *Lactobacillus casei* on brewery spent grains for use in sourdough wheat bread making. *Food Chemistry*, 2007, no. 105 (1), pp. 187–194. (In English).
8. Prigarina O.M. Ispol'zovaniye soi v tekhnologii biologicheskoi tsennogo zernovogo rzhanopshenichnogo khleba [Use of soy in the production technology of rye-wheat bread with high nutritional value]. *Sel'skokhozyaystvennyye nauki i agropromyshlennyy kompleks na rubezhe vekov* [Agricultural Sciences and the Agro-Industrial Complex at the Turn of the Century], 2014, no. 6, pp. 38-41. (In Russian).
9. Karpova D.S., Tsybikova G.TS. Effektivnoye ispol'zovaniye molochnoy syvorotki v khlebopekarnom proizvodstve [Effective use of whey in bread production]. *Vestnik VSGUTU* [Bulletin of VSGUTU], 2012, no. 1 (36), pp. 107-112. (In Russian).
10. Pichugina Ye.YU., Ibragimova A.S. Polucheniye rzhanopshenichnogo khleba s ispol'zovaniyem molochnoy syvorotki [Production of rye-wheat bread using whey]. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 145-letiyu akademii «Nauka i innovatsii v APK KHKHI veka»* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists Dedicated to the 145th Anniversary of the Academy “Science and Innovation in the Agro-Industrial Complex of the 21st Century”]. Kazan', Kazanskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny imeni N.E. Bauman Publ., 2018, pp. 378-381. (In Russian).
11. Zhambalova Ye.A., Karpova D.S., Tsybikova G.TS. Primeneniye molochnoy syvorotki v proizvodstve izdeliy iz rzhanopshenichnogo testa [Use of whey in the production of rye-wheat dough products]. *Khleboprodukty* [Khleboprodukty], 2013, no. 5, pp. 60-61. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

**Пригарина
Оксана
Михайловна**

канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной химии, пищевых и биотехнологий, таможенного дела и экспертизы товаров

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95

Prigarina Oksana Mikhailovna	prigarina-oksana@yandex.ru Ph.D. (Engin.), Associate professor of the Department of industrial chemistry, food and diotechnology, customs and commodity expertise Oryol State University named after I.S. Turgenev 302026, Oryol Region, Oryol, Komsomolskaya str., 95 prigarina-oksana@yandex.ru
Платонова София Евгеньевна	студент 2 курса направления подготовки «Ветеринарно-санитарная экспертиза» Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева 302026, Орловская область, г. Орел, ул. Комсомольская, д. 95 platonovasofia69@gmail.com
Platonova Sofia Evgenievna	2st year student of the training direction “Veterinary and sanitary expertise” Oryol State University named after I.S. Turgenev 302026, Oryol Region, Oryol, Komsomolskaya str., 95 platonovasofia69@gmail.com

УДК 664.8.047.1

Соколов С.А., Яшонков А.А., Медведкова И.И.

ОБЗОР ТЕРМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРЕДОБРАБОТКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ СУШКИ

Аннотация. В процессе хранения собранная сельскохозяйственная продукция продолжает дыхательную активность в течение некоторого времени. Это приводит к быстрой порче из-за высокого содержания влаги. Происходят значительные потери цвета, внешнего вида, питательных веществ и биохимического состава портящихся продуктов. Для минимизации потерь качества и увеличения срока годности продуктов применяются различные методы консервации. Сушка — это метод консервации со значительными преимуществами, такими как более высокая концентрация биоактивных компонентов, удобство транспортировки, экономичность хранения и возможность длительного сохранения продукта без порчи. Однако длительный процесс сушки приводит к увеличению энергопотребления. Для преодоления этих недостатков перед процессом сушки применяются термические и нетермические методы предварительной обработки. Цель данного исследования – изучить термические методы, в рамках анализа существующего уровня знаний, отражённого в научных публикациях.

Ключевые слова: тепловая предварительная обработка, бланширование, сушка, омический нагрев, микроволновая обработка, инфракрасная сушка.

Sokolov S.A., Yashonkov A.A., Medvedkova I.I.

OVERVIEW OF THERMAL PRETREATMENT METHODS FOR INTENSIFYING DRYING PROCESSES

Abstract. During storage, harvested agricultural produce continues its respiratory activity for some time. This leads to rapid spoilage due to high moisture content. Significant losses of color, appearance, nutrients, and biochemical composition occur in perishable products. To minimize quality losses and extend product shelf life, various preservation methods are applied. Drying is a preservation method with significant advantages, such as higher concentration of bioactive components, convenience of transportation, cost-effectiveness of storage, and the possibility of long-term product preservation without spoilage. However, the lengthy drying process leads to increased energy consumption. To overcome these drawbacks, thermal and non-thermal pretreatment methods are applied prior to the drying process. The aim of this study is to examine thermal methods, within the framework of an analysis of the existing state of knowledge reflected in scientific publications.

Keywords: thermal pretreatment, blanching, drying, ohmic heating, microwave treatment, infrared drying.

Введение. Собранная продукция сельского хозяйства продолжает свою дыхательную деятельность в течение некоторого времени в процессе консервации. Это происходит из-за высокого содержания влаги в продуктах, что приводит к образованию патогенных грибов, вызывая рост плесени и быстрое гниение, тем самым портя их [1–4]. При дальнейшем хранении происходят значительные потери биохимического состава портящихся продуктов, включая вкус, внешний вид, макро- и микроэлементы, а также образование ократоксина [5]. Кроме того, происходят серьезные изменения параметров цвета, которые представляют собой биохимические и микробиологические характеристики, являющиеся показателями качества сельскохозяйственной продукции [6]. Поэтому для минимизации потерь качества и увеличения срока хранения продуктов используются многие методы консервации, такие как ферментация, термическая обработка, хранение в модифицированной атмосфере, холодовая обработка и сушка [7]. Сушка является более простым и доступным методом консервации по сравнению с другими методами и более эффективна в снижении роста микроорганизмов [4].

Кроме того, сушеные продукты становятся более концентрированными по содержанию биологически активных компонентов. При этом транспортировка и хранение продукции меньшего объема становятся проще и дешевле, при значительно увеличенном сроке годности. Процесс сушки позволяет производить коммерчески ценные сушеные продукты [8]. Благодаря одновременному тепло- и массообмену в процессе сушки, высокое содержание влаги в сельскохозяйственной продукции снижается до уровня, при котором прекращается микробная активность. Однако термическая обработка вызывает структурные и биохимические деформации в высушиваемом сырье поэтому для преодоления этих недостатков необходимы многочисленные предварительные обработки. Предварительная обработка может включать в себя как химические так физические процессы, применяемые для обеспечения завершения сушки в короткие сроки, сохранения вкуса, способности к регидратации, уменьшения усадки, улучшения внешнего вида, цвета, биологически активных компонентов, ограничения возможной активности микроорганизмов и стерилизации продуктов [9–11]. Главная цель предварительной обработки – повышение влагопроницаемости за счет разрушения непроницаемого слоя на внешней поверхности продуктов. Увеличение влагопроницаемости приводит к увеличению скорости сушки и, следовательно, к снижению энергопотребления. Благодаря предварительной обработке перед сушкой значительно сохраняются цвет и биохимические свойства продуктов, а также повышается их способность к регидратации. Кроме того, предварительная обработка считается важным этапом, ускоряющим инактивацию ферментов и снижение активности микроорганизмов в продуктах [12].

Цель данного исследования – изучить термическую (бланширование, омический нагрев, микроволновое излучение, инфракрасное излучение) предварительную обработку, применяемую перед процессом сушки, которая приобрела популярность в последние годы, в соответствии с результатами литературных исследований.

Результаты исследования и их обсуждение. Бланширование – это термическая обработка, основанная на принципе прямого погружения продуктов в горячую воду или распыления горячей воды на продукт в виде пара. Этот метод широко применяется для подготовки овощей к сушке. Основная цель предварительной обработки бланшированием – снижение окислительного стресса, возникающего во время сушки сельскохозяйственной продукции, за счет снижения активности ферментов, сохранение цвета продуктов и предотвращение образования горького вкуса [13]. Традиционная предварительная обработка бланшированием снижает активность термочувствительных ферментов, таких как пероксидаза, полифенолоксидаза и пектинметилэстераза, тем самым предотвращая потерю вкуса и цвета, вызванную этими ферментами в продуктах, и сохраняя их питательную ценность на хорошем уровне [14]. Однако продукты, подвергнутые традиционной предварительной обработке бланшированием, испытывают значительные потери органических кислот (таких как яблочная кислота, лимонная кислота и уксусная кислота), сахаров (фруктоза и глюкоза), антоцианов, общего количества фенольных соединений и антиоксидантов. Температура воды, используемая в данном случае, варьируется в зависимости от продукта и должна быть выбрана таким образом, чтобы минимизировать повреждение текстуры и состава продукта.

Авторами [15] были проведены исследования по определению оптимальных технологических параметров производства хрустящего картофеля. Определены параметры предварительного бланширования – температура не выше 60-80 °С время обработки 1-2 минуты. Такие параметры процесса бланширования позволили предотвратить клейстеризацию и потемнение продукта при дальнейшей его подсушке при температуре горячего воздуха – 80 °С в сушилках с виброкипящим слоем и ленточных конвейерных сушилках. Такая обработка обеспечила уменьшение содержания жира в хрустящем картофеле до 25 % при норме 33–35 %.

Об эффективности бланширования перед сушкой плодов шиповника сообщается авторами работы [16] в которой установлено, что после сушки бланшированные образцы сохраняют полезные вещества лучше, чем обычный шиповник, при этом время высыхания

значительно сокращается. Так же отмечено, что бланширование положительно сказывается на физико-химических свойствах продукта.

В работе [17] приведены результаты оценки влияния предварительной обработки в паровых бланширователях при температуре насыщенного пара 90–100 °С в течение 1–6 мин нарезанных ломтиков картофеля, моркови и свеклы. Установлено, что бланширование насыщенным паром предпочтительней, так как бланшировка в воде приводит к значительным потерям водорастворимых веществ. Также показано, что предварительная обработка паром картофеля и свеклы замедляет последующий процесс сушки: картофеля – из-за клейстеризации крахмала, свеклы – из-за закупорки пор межклеточного пространства, что затрудняет удаление влаги при сушке. Ускорение же сушки бланшированной моркови авторы объясняют уменьшением прочности сцепления клеток и выделением влаги в межклеточное пространство.

В работе [18] проведен сравнительный анализ процесса сушки яблок с применением предварительной обработки бланшированием паром в течение 10–15 минут, предварительной обработкой ИК-лучами и без предварительной обработки. Авторы пришли к заключению, что при предварительной обработке бланшированием пар разрушает красящие вещества продукта и при этом бланшированный образец высушивался до требуемой консистенции за 3,5 часа, тогда как образец без предварительного бланширования имел наиболее привлекательные внешний вид, цвет и консистенцию уже через 3 часа сушильного процесса. Проанализированы изменения органолептических показателей сушеных яблок при различных вариантах времени сушки от двух до трех часов без предварительной обработки, с предварительной обработкой бланшированием и ИК-лучами. Обосновано, что с предварительным бланшированием нецелесообразно сушить яблоки по причине значительного снижения органолептических показателей качества конечного продукта.

Авторами исследований [19] были проведен цикл экспериментов по изготовлению яблочных чипсов, отличительной особенностью производства которых является обязательная обработка специальными растворами для бланширования перед сушкой, которые позволяют как улучшить органолептические характеристики конечного продукта – внешний вид, вкус, запах, так и физико-химические и микробиологические показатели. Определено, что наиболее оптимальный состав раствора для предварительного бланширования исходного яблочного сырья состоит из 30 мас. % сахарозы, 1,5 мас. % аскорбиновой кислоты, 0,5 мас. % лимонной кислоты. Также в процессе исследований установлена оптимальная толщина нарезки яблок на пластины – 1,5–2,5 мм, в этом случае при бланшировании сохраняется форма продукта. Однако, также установлено, что время сушки бланшированных яблочных чипсов увеличивается до 36–48 часов, в связи с чем авторы приходят к выводу, что необходимы дальнейшие исследования по применению альтернативных процессов этапа сушки.

В Варшавском университете были проведены исследования по сушке ломтиков красной свеклы после бланширования в горячей воде при 65 °С и 85 °С в течение 10–15 и 1–5 минут соответственно, а также предварительной обработки ультразвуком при 40 кГц в течение 5–10 минут с последующей лиофилизацией [20]. Было установлено, что усадка уменьшалась, а пористость увеличивалась в продуктах, высушенных после предварительной обработки бланшированием.

На кафедре пищевой инженерии Хорранского университета были проведены исследования по оценке влияния методов и условий сушки на кинетику сушки и качество семян граната [21]. Был сделан вывод, что бланширование при 80 °С в течение 2 минут в качестве предварительной обработки оказывает отрицательное влияние на содержание антоцианов, антиоксидантную способность и индекс потемнения продуктов, высушенных в вакуумных и шкафных сушилках, однако эффективная диффузия влаги оказалась самой высокой в предварительно обработанных бланшированием семенах граната, что и определило самое короткое время последующей сушки при 75 °С в вакуумной сушилке. Полученные данные этих исследований имеют значительные отличия в оценке эффективности предварительного бланширования от аналогичных исследований по сушке семян граната,

проведенных в Стелленбошском и Йоханнесбургском университетах (ЮАР) [22]. Авторами этих исследований показано, что бланширование снижает активность ферментов на 76 % и 68 % для бланшированных зерен, обработанных при 90 °С в течение 30 с и 100 °С в течение 60 с, соответственно, по сравнению с небланшированными зёрнами. Сушеные зерна граната, обработанные при 90 °С в течение 30 с, обладают самой высокой активностью по нейтрализации свободных радикалов (32,1 мм/г (в пересчёте на грамм вещества), в то время как наименьшая активность наблюдалась у небланшированных зерен 17,0 мм/г (в пересчёте на грамм вещества). Также экспериментально показано, что самое высокое содержание антиоксидантов и антоцианов было измерено в продуктах, предварительно обработанных бланшированием при 90 °С в течение 30 секунд, и что эта предварительная обработка снизила активность ферментов на 76 %. В целом, авторы сделали вывод, что обработка бланшированием оказалась более эффективной для сохранения качественных характеристик сушеных зерен граната.

Исследовательская группа учёных, состоящая из представителей университетов и научно-исследовательских институтов Японии, включили этап предварительной обработки перегретым паром в процесс сушки паприки и сравнили скорость сушки в дальнем инфракрасном диапазоне (ДИК), твердость поверхности образцов, стабильность клеточных мембран и энергопотребление бланшированной и небланшированной паприки [23]. Отмечено, что предварительно обработанные продукты приобретали более мягкую текстуру, что ускоряло сушку. Кроме того, было установлено, что увеличение времени предварительной обработки снижает общее энергопотребление.

Подводя итог краткого обзора применения бланширования водой или паром в качестве предподготовки к дальнейшей сушке, можно констатировать, что оно не является универсальным решением, поэтому основной задачей проводимых исследований является экспериментальная оценка технологических параметров процесса в тесной взаимосвязи с требуемыми качественными характеристиками конечного продукта.

Пищевая промышленность, параллельно с постоянным развитием уровня современных технологий находит новые подходы к совершенствованию процессов, способствующих получению конечной продукции высокого уровня. Из-за недостатков традиционных методов термической обработки и растущих требований к безопасному производству продуктов питания, альтернативные технологии, такие как радиочастотная, микроволновая и импульсная электрическая обработка, привлекают все больше внимания в промышленной сфере [11, 24].

Омический нагрев, также известный как электронагрев, представляет собой термическую предварительную обработку. Основной принцип этого процесса заключается в равномерном нагреве продуктов путем пропускания переменного тока через сушильный материал, обладающий электропроводностью, и использовании тепла, выделяемого в продукте, представляющем в этом случае электрическое сопротивление [25]. В пищевой промышленности он используется в качестве предварительной обработки перед сушкой, в процессах экстракции, стерилизации для инактивации микроорганизмов в материалах, ферментации, бланширования, размораживания и сушки. Техника омического нагрева имеет важные преимущества, такие как равномерный нагрев продуктов, экономия энергии, короткое время обработки и оптимизация структуры и качества продукта. К ее недостаткам относятся необходимость настройки системы под различные характеристики каждого продукта, необходимость непрерывного контроля, загрязнение материалом нагревателя, старение нагревателя [26]. Кроме того, согласно [27] омический нагрев не подходит для обработки продуктов с высоким содержанием жира из-за низкой электропроводности, вызванной отсутствием воды и солей.

В рамках наших исследований рассмотрим только применение омического нагрева в качестве предобработки перед сушкой. Так в работе [28] исследовано влияние предварительной обработки омическим нагревом на конвективную сушку картофельной ткани. Показано, что при омической обработке на скорость сушки значительно влияют напряженность электрического поля и общая подводимая электрическая энергия, однако

предварительная обработка переменным током представляется перспективной для повышения эффективности процессов сушки на воздухе. Авторы работы [29] изучали эффекты омического предварительной обработки на скорость сушки красного винограда без косточек. Образцы винограда нагревали в среде, содержащей 2 % лимонной кислоты, до конечной средней температуры 60 °С, при этом напряженность переменного электрического поля составляла 14 В/см при частотах 30 Гц, 60 Гц и 7,5 кГц. В результате омической предварительной обработки скорость последующей сушки винограда значительно увеличилась. При этом была дана оценка влияния активности воды на равновесную влажность полученного изюма.

Авторы исследований, описанных в работе [30] привели результаты экспериментальной сравнительной оценки влияния предварительной обработки ломтиков апельсина в микроволновой печи при мощности 90, 360 и 900 Вт и после предварительной обработки омическим нагревом при 30, 50 и 70 В в течение 3, 5 и 7 минут и заявили, что предварительная обработка омическим нагревом сокращает время сушки и снижает энергопотребление.

О влиянии предварительной обработки горячим воздухом и омическим нагревом ломтиков киви сообщается в исследовании [31]. Образцы обрабатывали при 100 °С и 80 В в течение 3, 5 и 7 минут, а затем сушили в микроволновой печи при мощности 360, 600 и 900 Вт. В исследовании сообщалось, что предварительная обработка омическим нагревом увеличивала впитываемость продуктов и обеспечивала энергоэффективность.

Эффективность предварительной обработки омическим нагревом подтверждена в исследовании [32]. Красный перец подвергали предварительной обработке омическим нагревом, микроволновой обработкой и бланшированием, а затем сушили горячим воздухом при 60 и 70 °С. Сравнительный анализ результатов воздействия изученных методов предварительной обработки показал, что высококачественные продукты были получены с помощью предварительной обработки омическим нагревом и традиционной сушки при 70 °С.

Сравнительный анализ влияния различных методов предобработки перед сушкой моркови, картофеля и ямса приведен в работе [33]. Нарезанные образцы исследуемых овощей сушили после предварительного нагрева до 50 °С или 80 °С тремя различными методами нагрева (обычный, микроволновый и омический). Результаты показали, что омическая предварительная обработка увеличивала скорость сушки больше, чем обычный и микроволновый нагрев.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение омического нагрева в качестве предподготовки к дальнейшей сушке способствует повышению эффективности сушки, обеспечивает высокую скорость удаления влаги, тем самым сокращая время обработки и удельное энергопотребление. При этом, как отмечено авторами рассмотренных выше публикаций, такая предобработка позволяет максимально сохранять качественные характеристики получаемого готового продукта, такие как цвет, вкус и текстура за счет синергетического эффекта и эффекта резистивного нагрева. Кроме того, отмечается сохранность стабильности качества сушеных пищевых продуктов во время хранения. В целом, технология омического нагрева является перспективным подходом к решению проблем сушки пищевых продуктов, и эти технологические разработки могут быть внедрены для устойчивой переработки и консервации пищевых продуктов в масштабируемых процессах [27].

Микроволны – это длины волн в электромагнитном спектре от 300 МГц до 300 ГГц. Молекулы воды в сушильных материалах вибрируют на высокой частоте с помощью магнетрона, и кинетическая энергия, возникающая в результате этой вибрации, преобразуется в тепловую энергию. В нагреваемых равномерно с помощью микроволновой энергии продуктах влага быстро удаляется. Микроволновая энергия имеет три различных области применения в сушке. Это, соответственно, ее использование на этапе сушки с уменьшением скорости, ее использование на протяжении всего процесса сушки и ее использование в качестве предварительной обработки перед процессом сушки для сокращения времени сушки [34, 35]. Возникновение нежелательных структурных изменений, таких как пригорание, почернение и взрыв в продуктах, высушенных с использованием высокой мощности микроволнового излучения, увеличило спрос на использование микроволновой энергии в

качестве предварительной обработки перед сушкой. Микроволновые системы обладают значительными преимуществами, такими как простота интеграции с различными методами сушки, снижение энергопотребления за счет сокращения времени сушки при использовании в качестве предварительной обработки, а также оптимизация качества продукта (цвет, внешний вид и пищевая ценность) по сравнению с традиционной бланшировкой [36].

Исследованием конвективной и вакуумной сушки, а также комбинации сушки и предварительной микроволновой обработки семян на всхожесть и физико-механические свойства зерна гороха посвящена работа [37]. Авторами были проведены сравнительные исследования по оценке влияния комбинирования предварительной обработки электромагнитным полем частотой 900 МГц при импульсном излучении длительностью 60 секунд с последующей конвективной или вакуумной сушкой. Показано, что вакуумная сушка с предварительной микроволновой обработкой обеспечила наивысшую всхожесть семян гороха 95...97 % что позволяет рекомендовать данный вид сушки при уборке и переработке урожая зерновых бобовых культур.

Эффективность применения предварительной обработки сырья перед сушкой подтверждается в работе [32], в которой исследовались различные методы предобработки перед сушкой красного перца. Результаты показали, что самое короткое время сушки при различных температурах наблюдалось в образцах, обработанных микроволновым излучением.

Эффективность применения предварительной обработки микроволновым излучением подтверждается многочисленными исследованиями. В частности, в работе [38] показано, что общее время сушки горькой тыквы значительно сократилось в образцах, обработанных этилолеатом и бланшированных в микроволновой печи. Такая комбинированная предварительная обработка позволила получить наиболее приемлемые характеристики сушки и качество конечного продукта. Также авторы предположили, что обработка микроволновым излучением сокращает время сушки благодаря изменению структуры клеточной стенки в результате чего образуются поры в тканях, что приводит к увеличению диффузии влаги изнутри к поверхности во время сушки. Такую же причину предполагают авторы работы [39] исследуя режимы предварительной обработки ломтиков и стружки моркови.

Изучению влияния предварительной микроволновой обработки на эффективность сушки ломтиков питахайи с помощью комбинации конвективной и воздушной сушки посвящена работа [40]. Авторами установлено, что микроволновая предварительная обработка увеличивает пористость продуктов и повышает содержание ангидроуроносовой кислоты на 8–16 %. Озкан Карабачак и др. в исследовании [41] ломтики апельсина предварительно обрабатывали в микроволновой печи при мощности 90 Вт в течение 30 секунд, а затем сушили методом вакуумной сушки при 60, 70 и 80 °С с давлением 15 кПа и 30 кПа. Показано, что предварительная обработка микроволнами сократила время сушки, снизила энергопотребление и сыграла значительную роль в получении высококачественной продукции.

С целью обеспечения высокого качества свежесобраных семян подсолнечника автором работы [42] проведены сравнительные исследования влияния различных методов теплового, акустического и электромагнитного воздействия на содержание свободных липидов, кислотное и перекисное числа масла в семенах подсолнечника при их послеуборочном дозревании. Установлено что микроволновая обработка перед сушкой свежесобраных семян подсолнечника позволяет получить семена с более высокими технологическими свойствами по сравнению с традиционным нагревом, обработкой ультразвуком и электромагнитным полем НЧ-диапазона и увеличивает в 1,5 раза скорость сушки семян. Целью исследования [43] было сравнение эффективности микроволновой предварительной обработки, проводимой при мощности 100, 500 и 800 Вт, на кинетику сушки цельной клюквы. Показано, что сочетание микроволновой вакуумной предварительной обработки с последующими микроволновой вакуумной сушкой и осмотической микроволновой вакуумной сушкой и при мощности микроволнового излучения 100 Вт являются столь же или даже более привлекательными методами сохранения целых ягод клюквы, чем лиофилизация.

При общей положительной оценке влияния предварительной микроволновой обработки на качество получаемого продукта имеются также исследования, в которых показаны негативные результаты такого воздействия. Так в работе [44] изучалось влияние различных видов предварительной обработки кабачков перед сушкой на органолептические показатели готового продукта. Сравнительный анализ показал, что микроволновая предварительная обработка в различных параметрах оказывает существенное влияние на вкус (характерная горечь) и наличие неприятного послевкуся по сравнению с контролем и другими образцами.

Инфракрасные лучи определяются как электромагнитное излучение с длинами волн между микроволнами и видимым светом. Для целей нагрева предпочтительна длина волны 0,5–100 мкм, и этот метод широко используется для удаления болезнетворных микроорганизмов с поверхности продукта и в пищевой сушке. Процесс удаления избыточной влаги из сельскохозяйственной продукции с помощью инфракрасных лучей основан на принципе нагрева поверхности продуктов без попадания излучения в центр. Поэтому в данном применении предпочтительны продукты с тонким слоем. При инфракрасном предварительном нагреве перед сушкой полная сушка не может быть достигнута, поскольку внутренние части продуктов не нагреваются. Однако, поскольку инфракрасные лучи, проникающие в поверхность продукта, вызывают негативные эффекты, такие как обугливание и пригорание, их использование в качестве предварительной обработки перед сушкой является предпочтительным [45]. На эффективность предварительной обработки инфракрасным излучением перед процессом сушки влияют способность высушиваемого продукта поглощать излучение, уровень температуры и эффективность источника инфракрасного излучения [46, 47] и, как правило, большинство работ в этом предметном поле посвящено именно оценке влияния вышеперечисленных факторов на эффективность такой предобработки.

Исследования, проведенные в Нижегородской сельскохозяйственной академии, показали, что если яблоки различных сортов подвергать перед сушкой кратковременному поверхностному воздействию инфракрасными лучами, то процесс сушки ускоряется на 30 минут [48].

Коллектив авторов Ташкентского химико-технологического института провели масштабные сравнительные исследования по оценке влияния предварительной обработки перед сушкой картофеля при помощи электромагнитного поля диапазонов инфракрасного, сверхвысокочастотного излучения и их комбинации. В результате сравнения лучшие результаты показала предварительная обработка образцов в электромагнитном поле ИК-диапазона [49]. Результаты исследований количественных изменений исходных компонентов в сушеных инжирах и яблоках после предварительной обработки инфракрасным излучением приведены в работе [50]. Показано, что конвективная сушка инжира с ИК-предварительной обработкой способствует получению готового продукта с максимальным содержанием моно- и дисахаридов. Авторы пришли к выводу, что конвективная сушка с ИК-предварительной обработкой позволяет сократить время сушки примерно на 60 мин и снизить температуру процесса с 100 до 80 °С. В статье [51] приведены результаты разработки нетрадиционного технологического процесса сушки винограда новым физическим методом подвода энергии и исследованы факторы, влияющие на процесс предварительной ИК-обработки и ИК-конвективной сушки винограда, показаны явные преимущества разработанной технологии с точки зрения качества получаемого продукта при минимизации энергозатрат. Авторами работы [52] были проведены сравнительные экспериментальные исследования для оценки эффективности инфракрасного сухого бланширования в сравнении с традиционным водным бланшированием. Установлено, что содержание аскорбиновой кислоты находилось на оптимальном уровне в продуктах, прошедших предварительную обработку инфракрасным бланшированием. В исследовании [53] ломтики моркови сушили в конвекционной печи при одинаковых температурах после предварительной обработки инфракрасным излучением при температурах 60, 70 и 80 °С и было установлено, что предварительная обработка инфракрасным излучением сокращает время сушки и что содержание каротина в обработанных инфракрасным излучением продуктах выше.

Выводы. Таким образом, в соответствии с литературными данными, были изучены термические методы предварительной обработки, применяемые перед сушкой, которые были разделены на четыре группы: бланширование, омический нагрев, обработка микроволнами и инфракрасная обработка. Традиционный метод предварительной обработки – бланширование – повреждает текстуру продукта и приводит к потере части питательных веществ. Поэтому микроволновая, инфракрасная и омическая обработка стали широко использоваться в качестве альтернативы бланшированию. Применение омического нагрева, микроволновой и инфракрасной обработки перед сушкой имеет важные преимущества, такие как сохранение структуры продуктов, оптимизация качества и сокращение времени сушки. Однако омический нагрев имеет некоторые недостатки, такие как необходимость настройки системы под различные параметры каждого продукта и необходимость постоянного контроля.

Тот факт, что термическая предварительная обработка значительно ухудшает текстуру продукта и его питательную ценность, подчеркивает необходимость применения нетермических методов предварительной обработки [11], которые позволяют снижать энергопотребление за счет сокращения времени сушки и, как следствие, способствуют лучшему сохранению биоактивных компонентов и органолептических свойств продуктов.

Список использованной литературы:

1. Zykov A.V., Yunin V.A., Zakharov A.M. et al. Research of the drying process of vegetable raw materials // International Research Journal. 2020. № 11 (101). DOI: 10.23670/IRJ.2020.101.11.022.
2. Дадаев Г.Т. Процесс сушки сельскохозяйственных продуктов // Universum: технические науки. 2023. № 11-4 (116). С. 50–53. DOI: 10.32743/UniTech.2023.116.11.16256.
3. Соколов С.А., Яшонков А.А., Агеев О.В. и др. Экспериментальные исследования кинетики сушки в псевдоожиженном слое гранул из панцирных отходов креветки // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2025. № 3. С. 100–107.
4. Поперечный А.Н., Корнийчук В.Г., Парамонова В.А. Интенсификация процессов сушки пищевых продуктов. Донецк: Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, 2023. 244 с.
5. Шиловский Г.А., Сорокина Е.В. Охратоксин А и индукция антиоксидантной / антитоксической системы клетки транскрипционным фактором Nrf2 (обзор литературы) // Проблемы медицинской микологии. 2020. Т. 22. № 4. С. 3–7.
6. Фионина В.С., Боровская Л.В. Изменение физических, химических и микробиологических свойств при хранении пищевой продукции // The Scientific Heritage. 2022. № 96 (96). С. 34–37. DOI: 10.5281/zenodo.7049572.
7. Бурак Л.Ч. Современные методы консервирования, применяемые в пищевой промышленности. Обзор // The Scientific Heritage. 2022. № 89 (89). С. 106–124. DOI: 10.5281/zenodo.6575888.
8. Щербаков А.А., Дорошенко В.А., Меркер А.А. и др. Перспективы производства сушеных продуктов питания растительного происхождения в Российской Федерации // Инновационные технологии в науке и образовании: сборник научных трудов X Юбилейной международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2022. С. 219–223.
9. Першакова Т.В., Яковлева Т.В., Чернявская Ю.Н., Котвицкая Д.В., Тягуцева А.А. Исследование влияния способа обработки перед сушкой на органолептические показатели, величину потери массы и микробиологические показатели кабачковых чипсов // Новые технологии. 2024. Т. 20. № 2. С. 105–119. DOI: 10.47370/2072-0920-2024-20-2-105-119.
10. Рахманова Т.Т. Сушка и предварительная обработка плодов боярышника с целью сохранения биологически активных веществ // Universum: технические науки. 2020. № 7-2 (76). С. 62–67.

11. Бурак Л.Ч., Сапач А.Н., Лукин А.А. Современные методы предварительной обработки для повышения качества и пищевой ценности сухофруктов: обзор // Инновации и продовольственная безопасность. 2025. № 4 (50). С. 8–42. DOI: 10.31677/2311-0651-2025-50-4-8-42.
12. Gao Jiahua, Chen Li, Zeng Xianming, Sun Xiaomei, Bai Yun, Wang Xia, Xu Xing-Lian, Han Minyi. Novel drying pretreatment technologies and their applications in the food industry // Food Materials Research. 2023. Vol. 3. DOI: 10.48130/FMR-2023-0014.
13. Бурак Л.Ч. Использование современных технологий обработки для увеличения срока хранения фруктов и овощей. Обзор предметного поля // Ползуновский вестник. 2024. № 1. С. 99–119. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.013.
14. Rybak K., Wiktor A., Witrowa-Rajchert D., Parniak O., Nowacka M. The Effect of Traditional and Non-Thermal Treatments on the Bioactive Compounds and Sugars Content of Red Bell Pepper // Molecules. 2020. № 25 (18). P. 42–87. DOI: 10.3390/molecules25184287.
15. Мазур А.М., Таразевич Е.В. Исследование технологических процессов бланширования и подсушки при производстве хрустящего картофеля // Агропанорама. 2022. № 6. С. 23–26.
16. Эркинов С.Й.у., Султанова Ш.А., Усенов А.Б.у., Самандаров Д.И.у. Исследование бланширования и сушки шиповника с использованием солнечной энергии // Universum: технические науки. 2021. № 12-1 (93). С. 98–100.
17. Мазур А.М., Петюшев Н.Н., Гоман Д.И. Исследование процесса бланширования при переработке овощного сырья и картофеля // Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов. Минск, 2021. С. 151–156.
18. Залётова Т.В., Зубова Е.В., Лаврёнова З.И. Динамика изменений органолептических показателей качества сушеных яблок в зависимости от времени сушки и предварительной обработки сырья // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2017. № 2. С. 64–68.
19. Кенжеханова М.Б., Мамаева Л.А., Ветохин С.С., Тулекбаева А.К. Состав бланшированного раствора при изготовлении яблочных чипсов для улучшения вкусовых свойств и питательной ценности // Вестник Университета Шакарима. Серия: Технические науки. 2024. № 2 (14). С. 193–207. DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-25.
20. Ciurzyńska A., Falacińska J., Kowalska H., Kowalska J., Galus S., Marzec A., Domian E. The Effect of Pre-Treatment (Blanching, Ultrasound and Freezing) on Quality of Freeze-Dried Red Beets // Foods. 2021. Vol. 10. P. 132. DOI: 10.3390/foods10010132.
21. Cesur Ö. Kurutma metodları ve şartlarının nar tanesinin kurutma kinetiği ve kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. 2013.
22. Adetoro A.O., Opara U.L., Fawole O.A. Effect of Blanching on Enzyme Inactivation, Physicochemical Attributes and Antioxidant Capacity of Hot-Air Dried Pomegranate (*Punica granatum* L.) Arils (cv. Wonderful) // Processes. 2020. Vol. 9 (1). P. 25. DOI: 10.3390/pr9010025.
23. Orikasa T., Ono N., Watanabe T., Ando Y., Shiina T., Koide S. Impact of blanching pretreatment on the drying rate and energy consumption during far-infrared drying of Paprika (*Capsicum annuum* L.) // Food Quality and Safety. 2018. Vol. 2. P.97–103. DOI: 10.1093/fqsafe/fyy006.
24. Соколов С.А., Шестов С.Н., Афенченко Д.С. и др. Теоретическое обоснование инновационных методов обработки продуктов питания, сырья и создание технологического оборудования. Донецк, Севастополь: Цифровая типография, 2018. 373 с.
25. Кузнецов П.С., Дементьев К.И., Паланкоев Т.А., Максимов А.Л. Использование прямого электрического нагрева в химических процессах (обзор) // Нефтехимия. 2024. Т. 64. № 5. С. 415–432. DOI: 10.31857/S0028242124050014.
26. Kumar N., Panghal A., Garg M.K. Thermal Food Engineering Operations. New Jersey: John Wiley & Sons Publ., 2022. P. 496. DOI: 10.1002/9781119776437.
27. Бурак Л.Ч., Сапач А.Н. Использование технологии омического нагрева в процессе

- переработки плодов и овощей. Обзор предметного поля // Пищевые системы. 2024. Т. 7. № 1. С. 59–70. DOI: 10.21323/2618-9771-2024-7-1-59-70.
28. *Lebovka N., Shynkaryk M., Vorobiev E.* Drying of Potato Tissue Pretreated by Ohmic Heating // Drying Technology. 2006. Vol. 24. P. 601–608. DOI: 10.1080/07373930600626677.
29. *Salengke S., Sastry S.* Effect of Ohmic Pretreatment on the Drying Rate of Grapes and Adsorption Isotherm of Raisins // Drying Technology. 2005. Vol. 23. P. 551–564. DOI: 10.1081/DRT-200054131.
30. *Rokhbin A., Azadbakht M.* The Shrinkage of Orange Slices during Microwave Drying and Ohmic Pre-Treatment // Journal of Food Processing and Preservation. 2021. Vol. 45. № 5. P. e15400. DOI: 10.1111/jfpp.15400.
31. *Ramazani A., Azadbakht M., Arabkhazaeli R., Zamani S., Torshizi M.V.* Pre-treatment (ohmic and oven) effect on thermodynamic parameters of kiwi drying in microwave dryer // Carpathian Journal of Food Science and Technology. 2020. Vol. 12 (3). P. 60–80.
32. *İncedayı B.* Assessment of pretreatments on drying kinetics and quality characteristics of thin-layer dried red pepper // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2020. Vol. 44. P. 543–556.
33. *Wang Wei-Chi, Sastry Sudhir.* Effects of thermal and electrothermal pretreatment on hot air drying rate of vegetable tissue // Journal of Food Process Engineering. 2007. Vol. 23. P. 299–319. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2000.tb00517.x.
34. *Казарцев Д.А.* Развитие научно-практических основ сушки пищевых продуктов с СВЧ-энергоподводом на основе законов химической кинетики гетерогенных процессов: дис. ... д-ра техн. наук 05.18.12 / Дмитрий Анатольевич Казарцев. Воронеж, 2022. 396 с.
35. *Ушакова Н.Ф., Копылова Т.С., Касаткин В.В., Кудряшова А.Г.* Опыт применения СВЧ-энергии при производстве пищевых продуктов // Пищевая промышленность. 2013. № 10. С. 30–32.
36. *Бурак Л. Ч.* Современные методы бланширования и их влияние на процесс сушки фруктов и овощей // Вестник МГТУ. 2025. Т. 28. № 2. С. 273–295. DOI: 10.21443/1560-9278-2025-28-2-273-295.
37. *Мартеха А.Н., Торонцев В.В.* Влияние различных способов сушки на физико-механические свойства и всхожесть семян гороха // Агроинженерия. 2024. Т. 26. № 1. С. 65–72. DOI: 10.26897/2687-1149-2024-1-65-72.
38. *Srimagal A., Mishra S., Pradhan R.* Effects of ethyl oleate and microwave blanching on drying kinetics of bitter melon // Journal of Food Science and Technology. 2017. Vol. 54. P. 1192–1198. DOI: 10.1007/s13197-017-2518-7.
39. *Delfiya D., Mohapatra D., Kotwaliwale N., Mishra A.* Effect of microwave blanching and brine solution pretreatment on the quality of carrots dried in solar-biomass hybrid dryer // Journal of Food Processing and Preservation. 2017. Vol. 42 (2). P. e13510. DOI: 10.1111/jfpp.13510.
40. *Yi J., Zhou L., Bi J., Liu X., Qinqin C., Wu X.* Influences of microwave pre-drying and explosion puffing drying induced cell wall polysaccharide modification on physicochemical properties, texture, microstructure and rehydration of pitaya fruit chips // LWT – Food Science and Technology. 2016. Vol. 70. P. 271e279272.
41. *Özkan-Karabacak A., Acoglu B., Yolci Ömeroglu P., Çopur Ö.U.* Microwave pre-treatment for vacuum drying of orange slices: drying characteristics, rehydration capacity and quality properties // Journal of Food Process Engineering. 2020. Vol. 43. № 11. P. e13511.
42. *Мустафаев С.К., Смычагин Е.О.* Влияние СВЧ-нагрева свежесобранных семян подсолнечника перед их конвективной сушкой на выход и качество масла // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 97. С. 273–283.
43. *Zielinska M., Zielinska D., Markowski M.* The Effect of Microwave-Vacuum Pretreatment on the Drying Kinetics, Color and the Content of Bioactive Compounds in Osmo-Microwave-Vacuum Dried Cranberries (*Vaccinium macrocarpon*) // Food Bioprocess Technology. 2018. Vol. 11. P. 585–602. DOI: 10.1007/s11947-017-2034-9.
44. *Першакова Т. В., Купин Г. А., Яковлева Т. В., Семиряжко Е. С., Тягушева А. А.*

Исследование влияния различных видов предварительной обработки кабачков перед сушкой на органолептические показатели готового продукта // Вестник КрасГАУ. 2024. №. 6. С. 228–234. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-228-234.

45. Бурак Л.Ч., Востриков А.В. Использование технологии каталитического инфракрасного излучения при переработке плодовоовощного сырья. Обзор предметного поля // Научное обозрение. Технические науки. 2024. № 4. С. 21–34. DOI: 10.17513/srts.1479.
46. Nozad M., Khojastehpour M., Tabasizadeh M., Azizi M., Miraei A. Characterization of hot-air drying and infrared drying of spearmint (*Mentha spicata* L.) leaves // Journal of Food Measurement and Characterization. 2016. Vol. 10. P. 466–473. DOI: 10.1007/s11694-016-9325-0.
47. Яшонков А.А., Прокопенко И.А. Исследование процесса комбинированной сушки слайсов филе бычка азовского // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 2 (28). С. 66–74. DOI: 10.24888/2541-7835-2023-28-66-74.
48. Залётова Т.В., Бочаров В.А. Влияние предварительной обработки инфракрасными лучами образцов яблок на продолжительность сушки // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2012. № 4. С. 106–108.
49. Маматов Ш.М., Додаев К.О. Исследование влияния предварительной обработки на качество высушенного картофеля // Пищевая промышленность. 2015. № 8. С. 26–28.
50. Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А., Жумаев Б.М. Технологии сушки по результатам качественных показателей готовой продукции // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 10 (67). С. 26–29.
51. Юсупов М.Т., Атабаев О.Х., Ибрагимов Н.Ш. Технологический процесс сушки винограда нетрадиционным способом // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2018. № 6 (51). С. 56–58.
52. Guiamba I., Svanberg U., Ahrné L. Effect of Infrared Blanching on Enzyme Activity and Retention of β -Carotene and Vitamin C in Dried Mango // Journal of Food Science. 2015. Vol. 80. DOI: 10.1111/1750-3841.12866.
53. Chen J., Venkitasamy C., Shen Q., Mchugh T., Zhang R., Pan Z. Development of healthy crispy carrot snacks using sequential infrared blanching and hot air drying method // LWT. 2018. Vol. 97. P. 469–475. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.07.026.

References:

1. Zykov A.V., Yunin V.A., Zakharov A.M. et al. Research of the drying process of vegetable raw materials. *International Research Journal*, 2020, no. 11 (101). DOI: 10.23670/IRJ.2020.101.11.022. (In English).
2. Dadaev G.T. Process sushki sel'skoxozyajstvenny'x produktov [Drying Process of Agricultural Products]. *Universum: texnicheskie nauki* [Universum: Technical Sciences], 2023, no. 11-4 (116), pp. 50–53. (In Russian). DOI: 10.32743/UniTech.2023.116.11.16256.
3. Sokolov S.A., Yashonkov A.A., Ageev O.V. et al. E'ksperimental'ny'e issledovaniya kinetiki sushki v psevdoozhizhennom sloe granul iz pancirny'x otxodov krevetki [Experimental studies of drying kinetics in a fluidized bed of granules from shrimp shell waste]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2025, no. 3, pp. 100–107. (In Russian).
4. Poperechnyj A.N., Kornijchuk V.G., Paramonova V.A. *Intensifikaciya processov sushki pishhevy'x produktov* [Intensification of drying processes of food products]. Donetsk, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhail Tugan-Baranovsky Publ., 2023, 244 p. (In Russian).
5. Shilovskij G.A., Sorokina E.V. Ohratoksin A i indukciya antioksidantnoj / antitoksicheskoj sistemy kletki transkripcionnym faktorom Nrf2 (obzor literatury) [Ochratoxin A and induction of the antioxidant/antitoxic cell system by the transcription factor Nrf2 (literature review)]. *Problemy medicinskoj mikologii* [Problems of Medical Mycology], 2020, vol. 22, no. 4. pp. 3–7. (In Russian).

6. Fionina V.S., Borovskaya L.V. Izmenenie fizicheskikh, himicheskikh i mikrobiologicheskikh svoystv pri hranenii pishchevoj produktsii [Changes in physical, chemical, and microbiological properties during storage of food products]. *The Scientific Heritage*, 2022, no. 96 (96), pp. 34–37. (In Russian). DOI: 10.5281/zenodo.7049572.
7. Burak L.Ch. Sovremennye metody konservirovaniya, primenyaemye v pishchevoj promyshlennosti. Obzor [Modern methods of preservation used in the food industry. A review]. *The Scientific Heritage*, 2022, no. 89 (89), pp. 106–124. (In Russian). DOI: 10.5281/zenodo.6575888.
8. Shcherbakov A.A., Doroshenko V.A., Merker A.A. et al. Perspektivy proizvodstva sushenyykh produktov pitaniya rastitel'nogo proiskhozhdeniya v Rossijskoj Federacii [Prospects for the production of dried plant-based food products in the Russian Federation]. *Sbornik nauchnykh trudov 10 Yubilejnoj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacionnyye tekhnologii v nauke i obrazovanii»* [Collection of Scientific Papers of the 10th Anniversary International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in Science and Education”]. Rostov-on-Don, 2022. pp. 219–223. (In Russian).
9. Pershakova T.V., Yakovleva T.V., Chernyavskaya Yu.N., Kotvickaya D.V., Tyagushcheva A.A. Issledovanie vliyaniya sposoba obrabotki pered sushkoj na organolepticheskie pokazateli, velichinu poteri massy i mikrobiologicheskie pokazateli kabachkovykh chipsov [Study of the effect of pre-drying treatment method on organoleptic characteristics, weight loss, and microbiological parameters of zucchini chips]. *Novye tekhnologii* [New Technologies], 2024, vol. 20, no. 2, pp. 105–119. (In Russian). DOI 10.47370/2072-0920-2024-20-2-105-119.
10. Rahmanova T.T. Sushka i predvaritel'naya obrabotka plodov boyaryshnika s cel'yu sohraneniya biologicheskii aktivnykh veshchestv [Drying and pre-treatment of hawthorn fruits to preserve biologically active substances]. *Universum: tekhnicheskie nauki* [Universum: Technical Sciences], 2020, no. 7-2 (76), pp. 62–67. (In Russian).
11. Burak L.Ch., Sapach A.N., Lukin A.A. Sovremennye metody predvaritel'noj obrabotki dlya povysheniya kachestva i pishchevoj cennosti suhofruktoy: obzor [Modern methods of pre-treatment to improve the quality and nutritional value of dried fruits: a review]. *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'* [Innovations and Food Safety], 2025, no. 4 (50), pp. 8–42. (In Russian). DOI: 10.31677/2311-0651-2025-50-4-8-42.
12. Gao Jiahua, Chen Li, Zeng Xianming, Sun Xiaomei, Bai Yun, Wang Xia, Xu Xing-Lian, Han Minyi. Novel drying pretreatment technologies and their applications in the food industry. *Food Materials Research*, 2023, vol. 3. (In English). DOI: 10.48130/FMR-2023-0014.
13. Burak L.Ch. Ispol'zovanie sovremennykh tekhnologiy obrabotki dlya uvelicheniya sroka hraneniya fruktoy i ovoshchey. Obzor predmetnogo polya [The use of modern processing technologies to extend the shelf life of fruits and vegetables. A review of the subject field]. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky Vestnik], 2024, no. 1, pp. 99–119. (In Russian). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.013
14. Rybak K., Wiktor A., Witrowa-Rajchert D., Parniakov O., Nowacka M. The Effect of Traditional and Non-Thermal Treatments on the Bioactive Compounds and Sugars Content of Red Bell Pepper. *Molecules*, 2020, no. 25 (18), pp. 42–87. (In English). DOI: 10.3390/molecules25184287.
15. Mazur A.M., Tarazevich E.V. Issledovanie tekhnologicheskikh processov blansirovaniya i podsushki pri proizvodstve hrustyashchego kartofelya [Study of blanching and drying technological processes in the production of crispy potatoes]. *Agropanorama* [Agropanorama], 2022, no. 6, pp. 23–26. (In Russian).
16. Erkinov S.J.u., Sultanova Sh.A., Usenov A.B.u., Samandarov D.I.u. Issledovanie blansirovaniya i sushki shipovnika s ispol'zovaniem solnechnoy energii [Study of blanching and drying of rose hips using solar energy]. *Universum: tekhnicheskie nauki* [Universum: Technical Sciences], 2021, no. 12-1 (93), pp. 98–100. (In Russian).
17. Mazur A. M., Petyushev N. N., Goman D. I. Issledovanie processa blansirovaniya pri pererabotke ovoshchnogo syr'ya i kartofelya [Study of the blanching process in the processing of

- vegetable raw materials and potatoes]. *Sbornik nauchnyh trudov «Nauka, pitanie i zdorov'e»* [Collection of Scientific Papers “Science, Nutrition and Health”], Minsk, 2021, pp. 151–156. (In Russian).
18. Zalyotova T.V., Zubova E.V., Lavryonova Z.I. Dinamika izmenenij organolepticheskikh pokazatelej kachestva sushenyh yablok v zavisimosti ot vremeni sushki i predvaritel'noj obrabotki syr'ya [Dynamics of changes in organoleptic quality indicators of dried apples depending on drying time and pre-treatment of raw materials]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], 2017, no. 2, pp. 64–68. (In Russian).
 19. Kenzhekhanova M.B., Mamaeva L.A., Vetohin S.S., Tulekbaeva A. K. Sostav blansirovannogo rastvora pri izgotovlenii yablochnykh chipsov dlya uluchsheniya vkusovykh svoystv i pitatel'noj cennosti [Composition of the blanching solution in the production of apple chips to improve taste properties and nutritional value]. *Vestnik Universiteta Shakarima. Seriya Tekhnicheskie nauki* [Bulletin of Shakhmar University. Technical Sciences Series], 2024, no. 2 (14), pp. 193–207. (In Russian). DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-25.
 20. Ciurzyńska A., Falacińska J., Kowalska H., Kowalska J., Galus S., Marzec A., Domian E. The Effect of Pre-Treatment (Blanching, Ultrasound and Freezing) on Quality of Freeze-Dried Red Beets. *Foods*, 2021, vol. 10, pp. 132. (In English). <https://doi.org/10.3390/foods10010132>.
 21. Cesur Ö. Kurutma metodları ve şartlarının nar tanesinin kurutma kinetiği ve kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı. 2013. (In Turkish).
 22. Adetoro A.O., Opara U.L., Fawole O.A. Effect of Blanching on Enzyme Inactivation, Physicochemical Attributes and Antioxidant Capacity of Hot-Air Dried Pomegranate (*Punica granatum* L.) Arils (cv. Wonderful). *Processes*, 2020, vol. 9 (1), pp. 25. (In English). DOI: 10.3390/pr9010025.
 23. Orikasa T., Ono N., Watanabe T., Ando Y., Shiina T., Koide S. Impact of blanching pretreatment on the drying rate and energy consumption during far-infrared drying of Paprika (*Capsicum annum* L.). *Food Quality and Safety*, 2018, vol. 2, pp.97-103. DOI: 10.1093/fqsafe/fyy006. (In English).
 24. Sokolov S.A., Shestov S.N., Afenchenko D.S. et al. *Teoreticheskoe obosnovanie innovacionnykh metodov obrabotki produktov pitaniya, syr'ya i sozdanie tekhnologicheskogo oborudovaniya* [Theoretical substantiation of innovative methods of food and raw material processing and the development of technological equipment]. Donetsk, Sevastopol, Digital Printing House Publ., 2018, 373 p. (In Russian).
 25. Kuznetsov P.S., Dement'ev K.I., Palankoev T.A., Maksimov A.L. Ispol'zovanie pryamogo elektricheskogo nagreva v himicheskikh processah (obzor) [Use of direct electric heating in chemical processes (a review)]. *Neftekhimiya* [Petroleum Chemistry], 2024, vol. 64, no.5, pp. 415–432. (In Russian). DOI: 10.31857/S0028242124050014.
 26. Kumar N., Panghal A., Garg M.K. *Thermal Food Engineering Operations*. New Jersey, John Wiley & Sons Publ., 2022, p. 496. (In English). DOI: 10.1002/9781119776437.
 27. Burak L.Ch., Sapach A.N. Ispol'zovanie tekhnologii omicheskogo nagreva v processe pererabotki plodov i ovoshchej. Obzor predmetnogo polya [Use of ohmic heating technology in the processing of fruits and vegetables. A review of the subject field]. *Pishchevye sistemy* [Food Systems], 2024, vol. 7, no. 1, pp. 59–70. (In Russian). DOI: 10.21323/2618-9771-2024-7-1-59-70.
 28. Lebovka N., Shynkaryk M., Vorobiev E. Drying of Potato Tissue Pretreated by Ohmic Heating. *Drying Technology*, 2006, vol. 24, pp. 601–608. (In English). DOI: 10.1080/07373930600626677.
 29. Salengke S., Sastry S. Effect of Ohmic Pretreatment on the Drying Rate of Grapes and Adsorption Isotherm of Raisins. *Drying Technology*, 2005, vol. 23, pp. 551–564. (In English). DOI: 10.1081/DRT-200054131.
 30. Rokhbin A., Azadbakht M. The Shrinkage of Orange Slices during Microwave Drying and

- Ohmic Pre-Treatment. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2021, vol. 45, no. 5, pp. e15400. (In English). DOI: 10.1111/jfpp.15400.
31. Ramazani A., Azadbakht M., Arabkhazaeli R., Zamani S., Torshizi M.V. Pre-treatment (ohmic and oven) effect on thermodynamic parameters of kiwi drying in microwave dryer. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 2020, vol. 12 (3), pp. 60–80. (In English).
32. İncedayı B. Assessment of pretreatments on drying kinetics and quality characteristics of thin-layer dried red pepper. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2020, vol. 44, pp. 543–556. (In English).
33. Wang Wei-Chi, Sastry Sudhir. Effects of thermal and electrothermal pretreatment on hot air drying rate of vegetable tissue. *Journal of Food Process Engineering*, 2007, vol. 23, pp. 299–319. (In English). DOI: 10.1111/j.1745-4530.2000.tb00517.x.
34. Kazartsev D.A. *Razvitie nauchno-prakticheskikh osnov sushki pishchevyh produktov s SVCH-energopodvodom na osnove zakonov himicheskoy kinetiki geterogennykh processov. Diss. dokt. tekhn. nauk* [Development of scientific and practical foundations for drying food products with microwave energy supply based on the laws of chemical kinetics of heterogeneous processes. Dr. engin. sci. diss.]. Voronezh, 2022. 396 p. (In Russian).
35. Ushakova N.F., Kopylova T.S., Kasatkin V.V., Kudryashova A.G. Opyt primeneniya SVCH-energii pri proizvodstve pishchevyh produktov [Experience in the application of microwave energy in food production]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2013, no. 10, pp. 30–32. (In Russian).
36. Burak L.Ch. Sovremennyye metody blansirovaniya i ih vliyanie na process sushki fruktov i ovoshchej [Modern methods of blanching and their influence on the process of drying fruits and vegetables]. *Vestnik MGTU* [Vestnik of MSTU], 2025, vol. 28, no. 2, pp. 273–295. (In Russian). DOI: 10.21443/1560-9278-2025-28-2-273-295.
37. Martekha A. N., Toroptsev V. V. Vliyanie razlichnykh sposobov sushki na fiziko-mekhanicheskie svoystva i vskhozhest' semyan goroha [Influence of various drying methods on the physical and mechanical properties and germination of pea seeds]. *Agroinzheneriya* [Agricultural Engineering], 2024, vol. 26, no. 1, pp. 65–72. (In Russian). DOI: 10.26897/2687-1149-2024-1-65-72.
38. Srimagal A., Mishra S., Pradhan R. Effects of ethyl oleate and microwave blanching on drying kinetics of bitter melon. *Journal of Food Science and Technology*, 2017, vol. 54, pp. 1192–1198. (In English). DOI: 10.1007/s13197-017-2518-7.
39. Delfiya D., Mohapatra D., Kotwaliwale N., Mishra A. Effect of microwave blanching and brine solution pretreatment on the quality of carrots dried in solar-biomass hybrid dryer. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2017, vol. 42 (2), pp. e13510. (In English). DOI: 10.1111/jfpp.13510.
40. Yi J., Zhou L., Bi J., Liu X., Qinqin C., Wu X. Influences of microwave pre-drying and explosion puffing drying induced cell wall polysaccharide modification on physicochemical properties, texture, microstructure and rehydration of pitaya fruit chips. *LWT – Food Science and Technology*, 2016, vol. 70, pp. 271e279272. (In English).
41. Özkan-Karabacak A., Acoglu B., Yolci Ömeroglu P., Çopur Ö.U. Microwave pre-treatment for vacuum drying of orange slices: drying characteristics, rehydration capacity and quality properties. *Journal of Food Process Engineering*, 2020, vol. 43, no. 11, pp. e13511. (In English).
42. Mustafaev S. K., Smychagin E.O. Vliyanie SVCH-nagreva svezheubrannykh semyan podsolnechnika pered ih konvektivnoy sushkoj na vyhod i kachestvo masla [Influence of microwave heating of freshly harvested sunflower seeds before their convective drying on the yield and quality of oil]. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], 2014, no. 97, pp. 273–283. (In Russian).
43. Zielinska M., Zielinska D., Markowski M. The Effect of Microwave-Vacuum Pretreatment on the Drying Kinetics, Color and the Content of Bioactive Compounds in Osmo-Microwave-Vacuum Dried Cranberries (*Vaccinium macrocarpon*). *Food Bioprocess Technology*, 2018, vol.

- 11, pp. 585–602. (In English). DOI: 10.1007/s11947-017-2034-9.
44. Pershakova T. V., Kupin G. A., Yakovleva T. V., Semiryazhko E. S., Tyagushcheva A. A. Issledovanie vliyaniya razlichnykh vidov predvaritel'noj obrabotki kabachkov pered sushkoj na organolepticheskie pokazateli gotovogo produkta [Study of the influence of various types of pre-treatment of zucchini before drying on the organoleptic characteristics of the finished product]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2024, no. 6, pp. 228–234. (In Russian). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-228-234.
45. Burak L.Ch., Vostrikov A.V. Ispol'zovanie tekhnologii kataliticheskogo infrakrasnogo izlucheniya pri pererabotke plodoovoshchnogo syr'ya. Obzor predmetnogo polya [The use of catalytic infrared radiation technology in the processing of fruit and vegetable raw materials. A review of the subject field]. *Nauchnoe obozrenie. Tekhnicheskie nauki* [Scientific Review. Technical Sciences], 2024, no. 4, pp. 21–34. (In Russian). DOI: 10.17513/srts.1479.
46. Nozad M., Khojastehpour M., Tabasizadeh M., Azizi M., Miraei A. Characterization of hot-air drying and infrared drying of spearmint (*Mentha spicata* L.) leaves. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 2016, vol. 10, pp. 466–473. (In English). DOI: 10.1007/s11694-016-9325-0.
47. Yashonkov A.A., Prokopenko I.A. Issledovanie processa kombinirovannoj sushki slajsov file bychka azovskogo [Study of the combined drying process of Azov bull fillet slices]. *Agropromyshlennye tekhnologii Central'noj Rossii* [Agro-Industrial Technologies of Central Russia], 2023, no. 2 (28), pp. 66–74. (In Russian). DOI: 10.24888/2541-7835-2023-28-66-74.
48. Zalyotova T. V., Bocharov V. A. Vliyanie predvaritel'noj obrabotki infrakrasnymi luchami obrazcov yablok na prodolzhitel'nost' sushki [Influence of pre-treatment with infrared rays on apple samples on the drying duration]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], 2012, no. 4, pp. 106–108. (In Russian).
49. Mamatov Sh.M., Dodaev K.O. Issledovanie vliyaniya predvaritel'noj obrabotki na kachestvo vysushennogo kartofelya [Study of the influence of pre-treatment on the quality of dried potatoes]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2015, no. 8, pp. 26–28. (In Russian).
50. Safarov Zh.E., Sultanova Sh.A., Zhumaev B.M. Tekhnologii sushki po rezul'tatam kachestvennykh pokazatelej gotovoj produkcii [Drying technologies based on the quality indicators of the finished product]. *Universum: tekhnicheskie nauki: elektronnyj nauchnyj zhurnal* [Universum: Technical Sciences: electronic scientific journal], 2019, no. 10 (67), pp. 26–29. (In Russian).
51. Yusupov M.T., Atabaev O.Kh., Ibragimov N.Sh. Tekhnologicheskij process sushki vinograda netradicionnym sposobom [Technological process of grape drying using a non-traditional method]. *Universum: tekhnicheskie nauki: elektronnyj nauchnyj zhurnal* [Universum: Technical Sciences: electronic scientific journal], 2018, no. 6 (51), pp. 56–58. (In Russian).
52. Guiamba I., Svanberg U., Ahrné L. Effect of Infrared Blanching on Enzyme Activity and Retention of β -Carotene and Vitamin C in Dried Mango. *Journal of Food Science*, 2015, vol. 80. (In English). DOI: 10.1111/1750-3841.12866.
53. Chen J., Venkitasamy C., Shen Q., Mchugh T., Zhang R., Pan Z. Development of healthy crispy carrot snacks using sequential infrared blanching and hot air drying method. *LWT*, 2018, vol. 97, pp. 469–475. (In English). DOI: 10.1016/j.lwt.2018.07.026.

Сведения об авторах / Information about authors

Соколов

Сергей Анатольевич

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой общетехнических дисциплин

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского

83050, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31
sokoloff1906@mail.ru

- Sokolov
Sergey Anatolyevich Dr. Sci. (Engin.), Professor, Head of the Department of general engineering disciplines
Donetsk National University of economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky
83050, Donetsk People's Republic, Donetsk, Shchorsa str., 31
sokoloff1906@mail.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@rangler.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@rangler.ru
- Медведкова
Инна Игоревна** канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры товароведения
Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского
83050, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31
imedinna@mail.ru
- Medvedkova
Inna Igorevna Ph.D. (Engin.), Associate professor, Associate Professor of the Department of Commodity Science
Donetsk National University of economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky
83050, Donetsk People's Republic, Donetsk, Shchorsa str., 31
imedinna@mail.ru

УДК 639.2/3(470)

Давыдова О.А., Кузин В.И., Красовский А.М.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ НА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В работе проводится оценка влияния государственной экономической политики на обеспечение продовольственной безопасности через анализ доступности рыбной продукции для населения. Для достижения цели исследования был применен комплексный подход, включающий анализ теоретико-методологических основ оценки продовольственной безопасности, а также корреляционный анализ Пирсона. Анализ показал, что потребление рыбной продукции демонстрирует умеренную положительную корреляцию с уровнем экономического благосостояния региона, что свидетельствует о зависимости спроса от доходов населения. Выявлена слабая отрицательная корреляция между инфляцией и динамикой потребления рыбы, указывающая на умеренное негативное влияние ценового фактора на экономическую доступность продукции. Установлено, что статистически значимая связь между объемом бюджетного финансирования агропромышленного комплекса (включая рыболовство) и потреблением рыбы отсутствует, что свидетельствует о недостаточной эффективности существующих механизмов бюджетного стимулирования спроса.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, рыбохозяйственный комплекс, государственная экономическая политика, экономическая доступность, потребление рыбы, корреляционный анализ, бюджетное финансирование, импортозамещение.

Davydova O.A., Kuzin V.I., Krasovsky A.M.

ASSESSING THE IMPACT OF STATE ECONOMIC POLICY ON FISHERIES DETERMINANTS OF FOOD SECURITY

Abstract. This paper assesses the impact of government economic policy on food security through an analysis of fish product availability for the population. To achieve the research objective, a comprehensive approach was employed, incorporating an analysis of the theoretical and methodological foundations of food security assessment alongside Pearson correlation analysis. The analysis revealed a moderate positive correlation between fish product consumption and the region's level of economic prosperity, indicating that demand is dependent on household income. A weak negative correlation was identified between inflation and trends in fish consumption, pointing to a moderate adverse effect of price factors on the economic accessibility of the products. No statistically significant relationship was found between the volume of budget funding for the agro-industrial complex (including the fisheries sector) and fish consumption, suggesting that existing mechanisms for using budget incentives to stimulate demand are insufficiently effective.

Keywords: food security, fisheries sector, government economic policy, economic availability, fish consumption, correlation analysis, budget funding, import substitution.

Введение. Продовольственная безопасность является одним из приоритетов национальной безопасности и включает не только физическую доступность пищевых продуктов, но и их экономическую доступность, устойчивость поставок и достаточный уровень качества. Для рыбохозяйственного комплекса эта проблема приобретает особую значимость, поскольку рыбная продукция выступает важным источником белка и микроэлементов, а также чувствительна к колебаниям издержек, логистики, внешнеэкономической конъюнктуры и ресурсных ограничений. Государственная экономическая политика в данном секторе формирует условия, при которых производство и распределение рыбной продукции либо укрепляют продовольственную безопасность, либо создают дополнительные риски для нее [1].

Целью исследования является осуществление оценки влияния государственной экономической политики на рыбохозяйственные детерминанты продовольственной безопасности.

Материалы и методы исследования. С точки зрения экономической теории, продовольственная безопасность в рыбохозяйственном комплексе зависит от баланса между предложением, платежеспособным спросом и эффективностью институциональной среды. Важнейшим моментом является то, что рыбохозяйственный комплекс обладает высокой капиталоемкостью и длительным инвестиционным циклом, поэтому рыночные механизмы без участия государства не всегда обеспечивают необходимый уровень устойчивости и воспроизводства. Совокупность различных подходов делает экономическую политику не вспомогательным, а системообразующим фактором обеспечения продовольственной безопасности [2].

Методология оценки продовольственной безопасности развивается в двух основных направлениях: через построение универсальных международных индикаторов и через разработку адаптированных национальных и региональных моделей. Наиболее фундаментальным международным подходом к оценке продовольственной безопасности является методология ФАО, базирующаяся на четырех базовых измерениях: физической и экономической доступности, использовании (применении) и устойчивости систем питания [3]. Указанная парадигма обеспечивает комплексную оценку, охватывающую не только физическую обеспеченность продуктами, но и качественные, инфраструктурные и антикризисные аспекты [3]. Вместе с тем, в отечественной научной традиции отмечается необходимость адаптации универсальных моделей ФАО с учетом региональной дифференциации, уровня транспортной связности и отраслевой специфики продовольственного обеспечения [4].

В российской научной литературе методологический аппарат оценки продовольственной безопасности преимущественно базируется на концепции комплексных систем индикаторов. Современные исследования предлагают использование показателей, дифференцированных по производственному, ресурсному, ценовому, социальному и логистическому направлениям. Исследователи констатируют отсутствие унифицированной методики, обеспечивающей адекватную оценку на федеральном, региональном и отраслевом уровнях одновременно. В этой связи приоритетной задачей становится не только селекция индикаторов, но и их системная гармонизация и адаптация к специфике конкретных территорий и секторов экономики. Указанная проблема имеет критическое значение для рыбохозяйственного комплекса, функционирование которого детерминировано факторами сезонности, доступности биоресурсов, состоянием транспортной и холодильной инфраструктуры, а также конъюнктурой рынков [5].

Особое место в научном дискурсе занимают исследования, интегрирующие методологию оценки продовольственной безопасности с инструментами государственной экономической политики. В рамках данного направления постулируется, что система индикаторов должна рефлексировать эффективность бюджетного субсидирования, ценового регулирования, инвестиционной поддержки, а также мер по импортозамещению и развитию перерабатывающих мощностей. Подобная парадигма обеспечивает переход от констатации текущего состояния к оценке результативности управленческих решений. Следовательно, продовольственная безопасность интерпретируется не исключительно как объект мониторинга, но и как интегральный результат реализации государственной политики, что имеет принципиальное значение для анализа регуляторных механизмов в агропродовольственном секторе [6].

Значимый пласт литературы посвящен применению методов математического моделирования для оценки продовольственной безопасности макрорегионов. В частности, обосновывается использование методов Монте-Карло, векторной авторегрессии, параметрической коррекции и нечеткой логики. Ключевым преимуществом данного инструментария является учет стохастичности внешней среды и возможность идентификации

факторов, оказывающих наибольшее влияние на уровень продовольственной устойчивости. Методологически это обуславливает переход от детерминированной индикаторной оценки к вероятностно-аналитическому моделированию, адекватно отражающему сложность современных продовольственных систем. Тем не менее, практическая имплементация подобных моделей на отраслевом уровне лимитируется высокими требованиями к информационной обеспеченности и статистической сопоставимости массивов данных [7].

В контексте территориальной специфики И.П. Суин, исследуя механизмы обеспечения продовольственной безопасности мегаполисов, доказывает, что устойчивость продовольственных систем детерминируется не только объемами производства, но и институциональным статусом территории, уровнем развития логистической инфраструктуры, степенью уязвимости к макроэкономическим шокам и адаптационным потенциалом. Научная значимость данных изысканий заключается в смещении аналитического фокуса с узкоотраслевого подхода к комплексной оценке устойчивости продовольственного обеспечения в условиях высокой турбулентности внешней среды [8].

С.Б. Ильяшенко и А.Н. Столярова концептуализируют продовольственную безопасность как динамическую категорию, находящуюся в прямой корреляции с факторами санкционного давления, разрывом глобальных цепочек поставок, инвестиционными ограничениями и эффективностью государственной поддержки. Вклад данных авторов состоит в обосновании неразрывной связи продовольственной безопасности с императивом комплексной модернизации аграрной политики и форсированного технологического обновления экономики [9].

А.Д. Косьмин, О.П. Кузнецова и соавторы интерпретируют продовольственную политику как системообразующий элемент социальной функции государства. Научная ценность их исследований обусловлена риск-ориентированным подходом, в рамках которого продовольственная безопасность анализируется через призму угроз, генерируемых снижением физической и экономической доступности продуктов питания, а также через призму императива комплексного возрождения сельских территорий и инновационного развития научно-технического потенциала АПК [9].

Наконец, существенный вклад в теорию и практику обеспечения продовольственной безопасности России внесен Н.С. Шайтурой и соавторами, чьи работы посвящены разработке и совершенствованию экономических механизмов государственного регулирования в данной сфере. В их подходе ключевыми становятся бюджетная поддержка, инфраструктурное развитие, импортозамещение и государственное стимулирование отраслей, обеспечивающих внутренний рынок продовольствием. Этот подход особенно полезен для исследования рыбохозяйственного комплекса, где экономическая политика напрямую влияет на доступность продукции.

Е.В. Прудюс обосновывает положение о том, что продовольственная безопасность выступает фундаментом экономической безопасности страны. Его вклад состоит в акценте на ресурсных возможностях государства, внешнеэкономических рисках и необходимости комплексной оценки факторов, влияющих на продовольственную неуязвимость [10].

Исследователи институционального направления продовольственной политики и экономической безопасности аграрного сектора, доказали, что транзакционные издержки, институциональные конфликты и непрозрачность бюджетной поддержки могут снижать результативность продовольственной политики даже при наличии формальных мер регулирования. [11]

Авторы работ о продовольственном суверенитете расширяют теоретическую рамку, связывая продовольственную безопасность с устойчивостью к внешним ограничениям, рациональной структурой импорта и экспорта, а также способностью государства обеспечивать внутренние потребности в условиях неопределенности. Этот подход особенно актуален для современной российской экономики, где продовольственная безопасность все чаще рассматривается через призму устойчивости национальных цепочек поставок.

В целом анализ литературы показывает, что методология оценки продовольственной

безопасности эволюционирует от простых индикаторных схем к многомерным моделям, учитывающим не только объем продовольствия, но и устойчивость, доступность, качество, риски и институциональные условия. Наиболее продуктивным является интегративный подход, в рамках которого международные рамки ФАО сочетаются с национальной спецификой, рисковым анализом и моделированием факторов государственной политики. Для исследования рыбохозяйственного комплекса это особенно важно, поскольку здесь продовольственная безопасность зависит одновременно от ресурсной базы, переработки, логистики и регулирующих мер государства [3, 12]. При этом, регуляторные инструменты, включая квотирование, лицензирование и меры по противодействию незаконному промыслу, обеспечивают сохранение ресурсной базы и долгосрочную устойчивость отрасли [6, 13].

Большая группа ориентирует отрасль на развитие глубокой переработки, хранение и транспортировку внутри страны что позволяет укреплять продовольственную безопасность за счет увеличения доли продукции, доступной отечественному потребителю [14].

Анализ публикаций показал недостаточную разработанность методик, позволяющих учитывать отраслевую специфику рыбохозяйственного комплекса в связке с механизмами государственной экономической политики, что определило выбор темы настоящей статьи [15].

Оценка влияния экономической политики на продовольственную безопасность в части рыбохозяйственного комплекса должна исходить из того, что отрасль одновременно является источником продовольствия, объектом государственной экономической политики и частью ресурсно-экологической системы. В отличие от общего продовольственного рынка, для рыбохозяйственного комплекса принципиальное значение имеют пространственная удаленность районов промысла, зависимость от портовой и холодильной инфраструктуры, сезонность добычи, колебания сырьевой базы, а также высокая роль глубокой переработки и транспортной логистики [16].

В международной практике продовольственная безопасность оценивается через измерения наличия и доступности продовольствия. Однако для рыбохозяйственного комплекса этот подход требует отраслевой адаптации учитывая устойчивость как способность отрасли сохранять поставки при изменении внешних и внутренних условий [11]. Оценка эффективности экономической политики в рыбохозяйственном комплексе базируется на достижении конечного целевого ориентира – повышении физической и экономической доступности рыбной продукции для населения [1]. Вследствие этого применение унифицированных оценочных моделей без учета территориальной дифференциации сопряжено с риском получения недостоверных результатов и искажения объективной картины [8]. В этой связи методологически обоснованным представляется имплементация комплексного исследовательского подхода, синтезирующего индикаторный и сравнительный региональный анализ, оценку временной динамики, экспертную интерпретацию эмпирических данных, а также, при наличии репрезентативной выборки, вероятностное моделирование рисков [7].

В рамках аналитического инструментария данный подход обеспечивает идентификацию наиболее значимых механизмов государственного экономического регулирования, детерминирующих продовольственную безопасность рыбохозяйственного комплекса. К таковым относятся: субсидирование рыбопромыслового флота и перерабатывающих предприятий, инфраструктурное инвестирование, стимулирование аквакультуры, развитие логистической сети, таможенно-тарифное регулирование, а также меры по активизации внутреннего рынка. Подобная парадигма трансформирует методологию оценки из исключительно диагностической в управленческую, обеспечивая научно обоснованное формирование приоритетов экономической политики [17].

Ключевым элементом аналитической процедуры выступает расчет коэффициента корреляции между уровнем инфляции и динамикой среднедушевого потребления рыбной продукции. Данный индикатор имеет фундаментальное значение, поскольку позволяет в количественном выражении оценить степень влияния ценовой динамики (в том числе

детерминированной мерами экономической политики) на реальную доступность продукции и, как следствие, на состояние продовольственной безопасности. Эмпирические данные свидетельствуют о наличии структурной диспропорции, при которой инфляционное давление и рост потребительских цен не сопровождаются адекватным увеличением объемов потребления, несмотря на высокие показатели вылова и производства. Данный факт прямо указывает на доминирующее влияние ценовой конъюнктуры и инструментов экономической политики на обеспечение продовольственной безопасности в рыбохозяйственном сегменте [18]. Установление статистически значимой отрицательной корреляционной зависимости свидетельствует о том, что рост цен систематически провоцирует сокращение потребления, что эквивалентно ухудшению экономической доступности рыбной продукции [19].

Анализ корреляции между инфляционными процессами и потребительским спросом позволяет верифицировать эффективность действующей политики в части нивелирования или, напротив, пролонгации ценового давления на конечного потребителя. Отсутствие или слабая выраженность статистической связи интерпретируется как индикатор устойчивой доступности продукции, тогда как наличие сильной отрицательной корреляции сигнализирует о необходимости коррекции вектора государственного регулирования [20, 22]. Применение данного аналитического инструментария в отношении рыбной продукции представляется императивным, поскольку позволяет нивелировать выявленную ранее диспропорцию между ростом объемов вылова и стагнацией потребления на фоне существенного повышения ценового уровня [18]. Практическое значение использования коэффициента корреляции позволяет обосновать меры по ценовой доступности. Если расчет показывает устойчивую отрицательную корреляцию, это служит аргументом в пользу:

- субсидирования логистики и переработки;
- поддержки внутреннего рынка (а не только экспорта);
- развития холодильной инфраструктуры;
- возможных форм мягкого ценового регулирования или целевых программ для социально уязвимых групп.

Специфика рыбохозяйственного комплекса требует адаптированной модели оценки продовольственной безопасности, в которой центральное место занимают не только физические объемы продукции, но и ее доступность, переработка, логистика, инвестиционная поддержка и устойчивость к внешним шокам [21, 23].

Проведение анализа связи между показателями покупательной способности и объемами финансирования рыбохозяйственного комплекса необходимо для того, чтобы проверить, насколько государственная поддержка и динамика доходов населения действительно трансформируются в рост потребления рыбы. Такой анализ позволяет перейти от общих утверждений о «недостаточной доступности» к количественной оценке силы и направления связи между экономическими условиями и итоговым потребительским результатом [21].

Именно такая методология наиболее адекватно отражает связь между государственной экономической политикой и продовольственной безопасностью в отрасли [5].

Результаты исследования и их обсуждение. Поскольку коэффициент корреляции не позволяет выявить причинно-следственные связи исходя из сложившейся практики интерпретации экономической доступности рыбной продукции будем исходить из гипотезы о том, что первичным фактором, определяющим объем потребления рыбной продукции выступает его цена. Для наших расчетов принимаем, что наблюдаемое потребление рыбы в Калининградской области соответствует среднероссийскому значению. На основе данных, приведенных на рисунке 1 рассчитаем коэффициент корреляции Пирсона между индексом потребительских цен (ИПЦ) и динамикой (изменения объема потребления год к году) подушевого потребления рыбы.

Результат расчета показывают значение коэффициента корреляции Пирсона, который отражает силу и направление линейной связи между двумя непрерывными числовыми переменными, но не доказывает, что одна переменная является следствием другой. $r = -0,28$

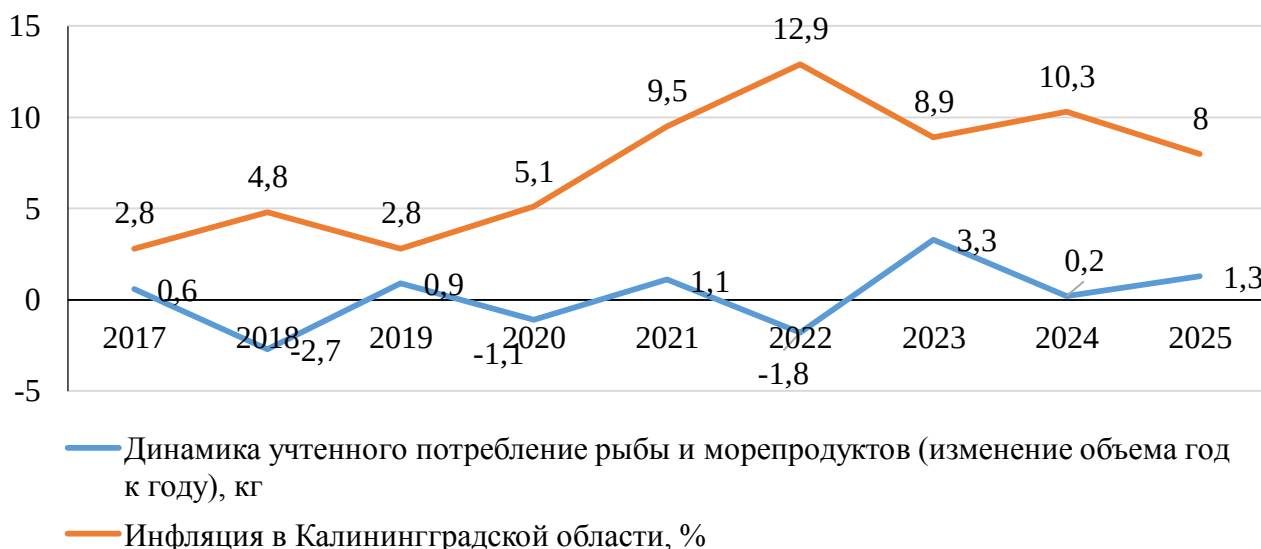


Рисунок 1 – Индекс потребительских цен в Калининградской области и динамикой (изменения объема потребления год к году) подушевого потребления рыбы в РФ
Источники: Калининградстат [13]; Агромикс

Такую величину можно интерпретировать как слабую отрицательную корреляцию – связь между ИПЦ и динамикой потребления рыбы существует, но она слабая. Отрицательный характер означает, что при росте инфляции (ИПЦ) наблюдается тенденция к снижению подушевого потребления рыбы. Однако связь не является сильной, что говорит о влиянии и других факторов (доходы населения, доступность рыбы, импортозамещение).

Исследования рыбохозяйственного комплекса фиксируют, что исторически высокий уровень вылова не привел к росту фактического потребления рыбы населением; при этом цены росли быстрее доходов, усиливая ограничение спроса. Корреляционный анализ помогает показать, что проблема продовольственной безопасности заключается не только в объемах производства, но и в том, как ценовая динамика, формируемая экономической политикой и рыночными механизмами, «отсекает» часть населения от потребления [18]. Получение значения коэффициента корреляции Пирсона показывает, что инфляция оказывает умеренное негативное влияние на динамику потребления рыбы, но не является определяющим фактором.

Далее проведем анализ воздействия экономических возможностей выражаемой через ВРП области, объемов финансирования отрасли, в качестве показателя которой выберем объемы бюджетного финансирования укрупненного блока агропромышленного комплекса, включая рыбохозяйственный. Это обусловлено тем, что финансовое обеспечение рыбохозяйственного комплекса Калининградской области интегрировано в общую программу развития сельского хозяйства и рыболовства. На эти цели, включая рыбохозяйственную мелиорацию и создание сопутствующей инфраструктуры, ежегодно выделяется более 260 млн рублей прямого бюджетного финансирования, направленного на защиту отрасли от санкционного давления. Исходим из того, что подушевой ВРП и объем отраслевого финансирования в регионе являются с одной стороны факторами, определяющими объем потребления рыбы населением, а с другой показателями, характеризующими экономическую политику.

Основная антисанкционная стратегия в рыбохозяйственной сфере базируется на технологическом суверенитете, обновлении флота и развитии аквакультуры. Ключевые меры антисанкционной поддержки включают модернизацию и обновление рыбопромыслового флота. Технологический суверенитет реализуется в рамках строительства собственных судов.

Бюджетные средства также направляются на субсидирование инвестиционных проектов по выращиванию рыбы внутри региона. Приоритетным проектом выступает создание крупного комплекса по выращиванию форели, призванного заместить импортную рыбную продукцию.

Для проведения корреляционного анализа приведенных на рисунке 2 данных (временной ряд за 2017–2025 гг., $n=9$) были рассчитаны коэффициенты парной корреляции Пирсона между целевым показателем (учтенное потребление рыбы) и факторами (подушевой ВРП и Бюджетное финансирование АПК/рыболовства).

Результаты анализа влияния величины: ВРП на душу населения и подушевого потребления рыбы: Величина коэффициента корреляции Пирсона: $+0,68$, что свидетельствует об умеренной прямой (положительной) связи. По мере роста экономического благосостояния региона (роста ВРП) потребление рыбной продукции также имеет тенденцию к росту. Однако связь не является жесткой, так как в 2022 г. при росте ВРП потребление упало, что, впрочем, объясняется внеэкономическими факторами, а в 2024-2025 гг. при резком скачке ВРП потребление выросло, но не пропорционально экономическому росту.

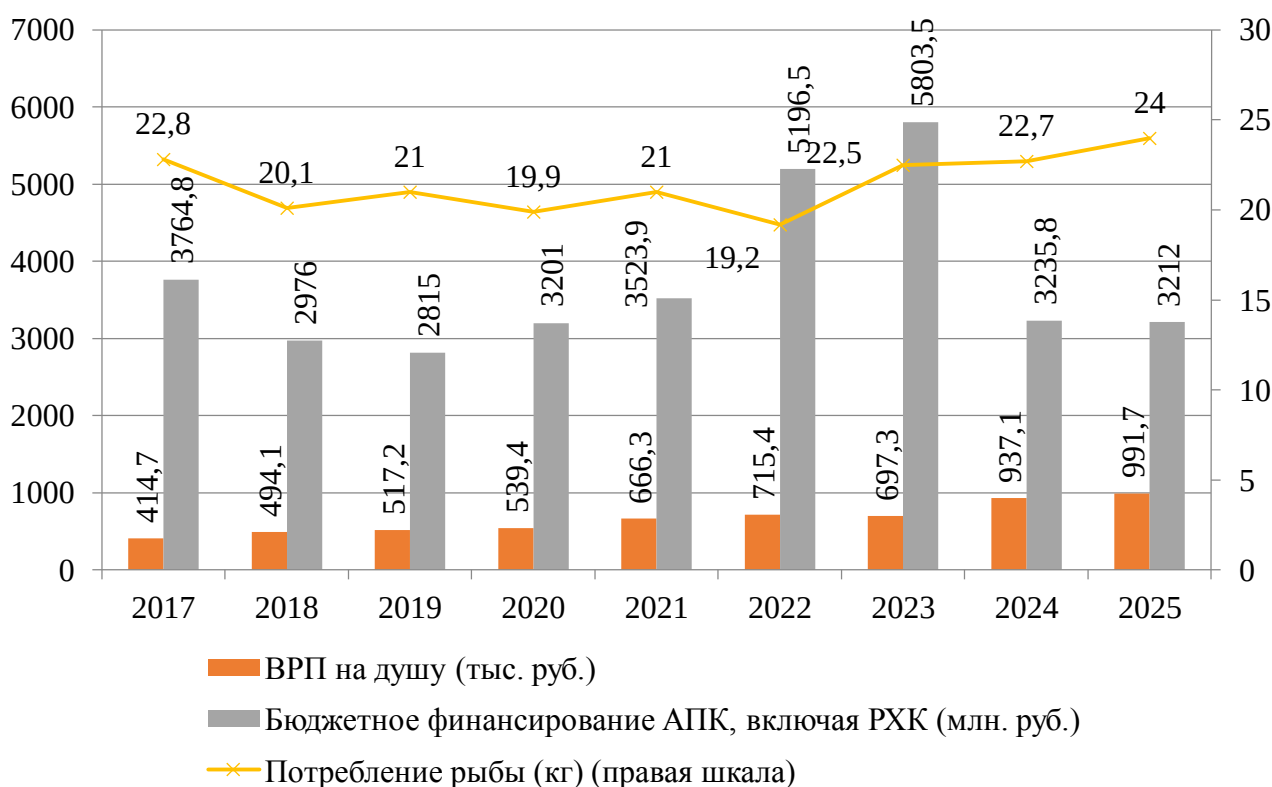


Рисунок 2 – Подушевой ВРП и Бюджетное финансирование АПК, включая РХК Калининградской области и подушевое потребление рыбы
Источники: Калинингратстат [13]; Минфин Калининградской области

Результаты анализа влияния бюджетного финансирования АПК и рыболовства на потребление рыбы. Величина коэффициента корреляции $-0,12$, что говорит об очень слабой обратной (отрицательной) связи. Можно сказать, что статистически значимой связи между объемом бюджетных вливаний в отрасль и физическим потреблением рыбы населением не выявлено.

По результатам анализа можно сформулировать следующие экономические выводы.

Во-первых, доминирующий фактор – это доходы населения, выраженные через подушевой ВРП, а не государственная финансовая поддержка отрасли. То есть потребление рыбы в регионе больше зависит от общего уровня экономической активности и доходов населения, чем от прямых бюджетных вливаний в сельское хозяйство и рыболовство. Рыба воспринимается как товар, спрос на который эластичен по доходу (чем богаче регион, тем больше едят рыбы), но эта зависимость нарушается внешними шоками.

Во-вторых, результаты анализа свидетельствуют о неэффективности бюджетного стимулирования спроса. Увеличение бюджета на рыболовство (особенно в 2023 г.) не привело

к росту потребления в краткосрочном периоде. Поскольку средства направлялись на импортозамещение и поддержку производителей, эффект от них для потребителя проявляется с временным лагом или не проявляется вовсе.

В-третьих, на потребление рыбы оказывают воздействие не только экономические факторы. Об этом свидетельствуют аномальные тенденции, проявившиеся в 2022 г., когда несмотря на общий тренд роста ВРП, в 2022 г. наблюдается провал потребления (19,2 кг) при росте бюджета. Это указывает на влияние внеэкономических факторов, которые временно разорвали связь между макроэкономическими показателями и реальным потреблением.

При этом продовольственная безопасность в рыбохозяйственном комплексе не сводится к наращиванию вылова; она предполагает комплексное сочетание ресурсосбережения, технологической модернизации и институционального контроля [1, 4].

На практике эффективность государственной экономической политики ограничивается рядом факторов: высокой зависимостью от стоимости топлива и логистики, неравномерностью распределения перерабатывающих мощностей, существенными расстояниями между территориями добычи, переработки и потребления, недостаточностью глубины переработки и колебаниями внешнего спроса. В ряде случаев меры поддержки носят фрагментарный характер и не образуют единого механизма, связывающего добычу, переработку, хранение, транспортировку и розничную реализацию. Это приводит к тому, что рост отраслевых показателей не всегда трансформируется в рост продовольственной доступности для населения [15].

Исходя из изложенного можно сформулировать следующие рекомендации по корректировке региональной экономической политики: для повышения потребления рыбной продукции региону стоит фокусироваться не столько на увеличении прямого финансирования отрасли (которое не дает корреляции с потреблением), сколько на мерах поддержки доходов населения или субсидировании конечной цены реализации продукции для потребителей.

Выводы. Проведенное исследование позволило комплексно оценить влияние государственной экономической политики на обеспечение продовольственной безопасности рыбохозяйственного комплекса через призму реальной экономической доступности рыбной продукции для населения.

На основе корреляционного анализа динамики показателей за период 2017–2025 гг. были выявлены доминирующая роль доходов населения, сдерживающее влияние инфляции, а также разрыв между бюджетной поддержкой и конечным потреблением.

Таким образом, продовольственная безопасность рыбохозяйственного комплекса измеряется не столько рекордными объемами вылова или масштабами бюджетного финансирования отрасли, сколько реальной способностью населения приобретать качественную рыбную продукцию по доступным ценам. Как показал анализ синхронизация мер поддержки производства с механизмами защиты покупательной способности обеспечит устойчивое развитие отрасли и выполнение стратегических задач национальной продовольственной безопасности.

Список использованной литературы:

1. «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года»: распоряжение Правительства Российской Федерации № 2567-р от 08.09.2022 г. (ред. от 19.12.2025 г.). URL: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-08092022-n-2567-r/> (дата обращения: 17.07.2026).
2. *Ильяшенко С.Б., Столярова А.Н.* Проблемы и перспективы обеспечения продовольственной безопасности в условиях санкционных ограничений // *Продовольственная политика и безопасность*. 2023. Т. 10. № 3. С. 409-422. DOI: 10.18334/ppib.10.3.118315.
3. *FAO.* Оценка масштабов голода, уровня продовольственной безопасности и моделей потребления пищевых продуктов. URL: <https://www.fao.org/measuring->

- hunger/background/ru (дата обращения: 17.07.2026).
4. FAO. Руководство по безопасности рыболовства и управлению в рыболовном секторе. URL: <https://www.fao.org/fishing-safety/about/governance/ru> (дата обращения: 17.07.2026).
 5. Давыдова О.А., Кузин В.И., Мнацаканян А.Г. Принципы экономической политики рыбохозяйственного комплекса // Балтийский экономический журнал. 2025. № 3 (51). С. 6-22. DOI: 10.46845/2073-3364-2025-0-3-6-22.
 6. Васильев А.М. Рыбохозяйственный комплекс в системе обеспечения продовольственной безопасности России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2009. № 7. С. 66-72.
 7. Ковзунова Е.С., Руйга И.Р. Концептуальный подход к оценке продовольственной безопасности макрорегиона на основе использования методов математического моделирования // Продовольственная политика и безопасность. 2022. Т. 9. № 2. С. 177-196. DOI: 10.18334/ppib.9.2.114467.
 8. Иванова А.А. Анализ методологических подходов к оценке продовольственной безопасности // Продовольственная политика и безопасность. 2024. Т. 11. № 2. С. 229-244. DOI: 10.18334/ppib.11.2.121114.
 9. Косьмин А.Д., Кузнецова О.П., Кузнецов В.В., Кузнецова С.В. Современное состояние продовольственной безопасности Российской Федерации // Продовольственная политика и безопасность. 2023. Т. 10. № 1. С. 29-48. DOI: 10.18334/ppib.10.1.116664.
 10. Прудюс Е.В. Продовольственная безопасность – фундамент экономической безопасности страны // Проблемы рыночной экономики. 2023. № 2. С. 112-124.
 11. Мигунов Р.А. Методология, критерии и показатели продовольственной безопасности: подход Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых наций (ФАО) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2026. Т. 101. № 4. С. 232-238. DOI: 10.31442/0235-2494-2026-0-4-232-238.
 12. Исканджян С.О., Минасян А.Г., Манукян Р.А., Мартиросова Т.В. Продовольственная безопасность как составная часть экономической безопасности государства // Московский экономический журнал. 2023. № 2.
 13. Калининградская область в цифрах. 2026: Краткий статистический сборник. Калининград. 2026. 122 с.
 14. Об утверждении «Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации»: указ Президента Российской Федерации № 20 от 21.01.2020 г. (ред. от 10.03.2025 г.). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343386/ (дата обращения: 18.07.2026).
 15. Козыряцкая Я.А. Государственное регулирование и поддержка предприятий рыбного хозяйства в условиях рынка // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Экономика и управление. 2007. № 1.
 16. Рудашевский В.Д., Мухамедова Т.О., Павлова А.О. Анализ программ развития рыбохозяйственного комплекса России в новой экономике // Труды ВНИРО. 2022. № 3. С. 143-153.
 17. Кузин В.И., Харин А.Г. Метод оценки уровня обеспеченности населения регионов РФ продукцией рыбного хозяйства в контексте устойчивой продовольственной безопасности // Балтийский экономический журнал. 2026. № 1 (53). С. 28-45. DOI: 10.46845/2073-3364-2026-0-1-28-45.
 18. Зайцев С.В., Степанова Д.И. Оценка роли рыбохозяйственного комплекса в обеспечении продовольственной безопасности страны как инструмента достижения целевых показателей стратегического планирования // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 11. № 4 (157). С. 46-52. DOI: 10.36871/ek.ur.p.r.2025.04.11.007.
 19. Сергеев Л.И., Самсонов А.В. Тенденции развития рыбохозяйственного комплекса и потребления рыбной продукции в стране // Труды ВНИРО. 2024. Т. 197. С. 152-164.
 20. Суин И.П. Комплексный анализ механизмов обеспечения продовольственной безопасности мегаполисов в контексте влияния экономических шоков // Экономика, предпринимательство и право. 2026. Т. 16. № 1. С. 191-208. DOI: 10.18334/epp.16.1.124488.

21. Мнацаканян А.Г., Харин А.Г. Исследование внутренних факторов цен на рыбопродукты в России // Балтийский экономический журнал. 2023. № 4 (44). С. 102-113.
22. Арыкбаев Р.К. Развитие рыбохозяйственного комплекса России в рамках концепции «экономики потребления» // Вестник АГТУ. Серия: Экономика. 2023. № 4. С. 7-15.
23. Дибурис К.М. Оценка экспортного потенциала рыбохозяйственного комплекса в аспекте обеспечения региональной продовольственной безопасности // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2024. № 1. С. 93-102.

References:

1. Russian Federation. Order of the Government of the Russian Federation № 2567-r of September 8, 2022 (as amended on December 19, 2025), «*Ob utverzhdenii Strategii razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaystvennogo kompleksov Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda*» [“On Approval of the Strategy for the Development of the Agro-Industrial and Fisheries Complexes of the Russian Federation for the Period up to 2030”]. (In Russian). Available at: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-08092022-n-2567-r/> (accessed 17.07.2026).
2. Il'yashenko S.B., Stolyarova A.N. Problemy i perspektivy obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti v usloviyakh sanktsionnykh ogranicheniy [Challenges and prospects for ensuring food security under sanctions]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food Policy and Security], 2023, vol. 10, no. 3, pp. 409-422. (In Russian). DOI: 10.18334/ppib.10.3.118315.
3. FAO. *Otsenka masshtabov goloda, urovnya prodovol'stvennoy bezopasnosti i modeley potrebleniya pishchevykh produktov* [FAO. Measuring the extent of hunger, food security levels, and food consumption patterns]. (In Russian). Available at: <https://www.fao.org/measuring-hunger/background/ru> (accessed 17.07.2026).
4. FAO. *Rukovodstvo po bezopasnosti rybolovstva i upravleniyu v rybolovnom sektore* [FAO. Guide to fishing safety and governance in the fisheries sector]. (In Russian). Available at: <https://www.fao.org/fishing-safety/about/governance/ru> (accessed 17.07.2026).
5. Davydova O.A., Kuzin V.I., Mnatsakanyan A.G. Printsipy ekonomicheskoy politiki rybokhozyaystvennogo kompleksa [Principles of economic policy for the fisheries complex]. *Baltiyskiy ekonomicheskii zhurnal* [Baltic Economic Journal], 2025, no. 3 (51), pp. 6-22. (In Russian). DOI: 10.46845/2073-3364-2025-0-3-6-22.
6. Vasil'yev A.M. Rybokhozyaystvennyy kompleks v sisteme obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii [The fisheries complex within Russia's food security system]. *Ekonomicheskiye i sotsial'nyye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2009, no. 7, pp. 66-72. (In Russian).
7. Kovzunova Ye.S., Ruyga I.R. Kontseptual'nyy podkhod k otsenke prodovol'stvennoy bezopasnosti makroregiona na osnove ispol'zovaniya metodov matematicheskogo modelirovaniya [A conceptual approach to assessing the food security of a macro-region using mathematical modeling methods]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food Policy and Security], 2022, vol. 9, no. 2, pp. 177-196. (In Russian). DOI: 10.18334/ppib.9.2.114467.
8. Ivanova A.A. Analiz metodologicheskikh podkhodov k otsenke prodovol'stvennoy bezopasnosti [Analysis of methodological approaches to assessing food security]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food Policy and Security], 2024, vol. 11, no. 2, pp. 229-244. (In Russian). DOI: 10.18334/ppib.11.2.121114.
9. Kos'min A.D., Kuznetsova O.P., Kuznetsov V.V., Kuznetsova S.V. Sovremennoye sostoyaniye prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii [Current state of food security in the Russian Federation]. *Prodovol'stvennaya politika i bezopasnost'* [Food Policy and Security], 2023, vol. 10, no. 1, pp. 29-48. (In Russian). DOI: 10.18334/ppib.10.1.116664.
10. Prudius Ye.V. Prodovol'stvennaya bezopasnost' – fundament ekonomicheskoy bezopasnosti strany [Food Security: The Foundation of the Country's Economic Security]. *Problemy rynochnoy ekonomiki* [Problems of Market Economy], 2023, no. 2, pp. 112-124. (In Russian).
11. Migunov R.A. Metodologiya, kriterii i pokazateli prodovol'stvennoy bezopasnosti: podkhod

- Prodoval'stvennoy i sel'skokhozyaystvennoy organizatsii Ob'yedinonnykh natsiy (FAO) [Methodology, criteria, and indicators of food security: the approach of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)]. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [Economics of Agricultural and Processing Enterprises], 2026, vol. 101, no. 4, pp. 232-238. (In Russian). DOI: 10.31442/0235-2494-2026-0-4-232-238.
12. Iskadzhyan S.O., Minasyan A.G., Manukyan R.A., Martirosova T.V. Prodoval'stvennaya bezopasnost' kak sostavnaya chast' ekonomicheskoy bezopasnosti gosudarstva [Food security as a component of the state's economic security]. *Moskovskiy ekonomicheskij zhurnal* [Moscow Economic Journal], 2023, no. 2. (In Russian).
 13. *Kaliningradskaya oblast' v tsifrakh. 2026: Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Kaliningrad Region in Figures. 2026: A Brief Statistical Compendium]. Kaliningrad, 2026, 122 p. (In Russian).
 14. Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation № 20 of January 21, 2020 (as amended on March 10, 2025). *Ob utverzhdenii «Doktriny prodoval'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii»* [On Approval of the “Food Security Doctrine of the Russian Federation”]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343386/ (accessed 18.07.2026).
 15. Kozryatskaya YA.A. Gosudarstvennoye regulirovaniye i podderzhka predpriyatiy rybnogo khozyaystva v usloviyakh rynka [State regulation and support of fishery enterprises under market conditions]. *Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Ekonomika i upravleniye* [Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Economics and Management], 2007, no. 1. (In Russian).
 16. Rudashevskiy V.D., Mukhamedova T.O., Pavlova A.O. Analiz programm razvitiya rybokhozyaystvennogo kompleksa Rossii v novoy ekonomike [Analysis of programs for the development of the fisheries complex of Russia in the new economy]. *Trudy VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 2022, no. 3, pp. 143-153. (In Russian).
 17. Kuzin V.I., Kharin A.G. Metod otsenki urovnya obespechennosti naseleniya regionov RF produktsiyey rybnogo khozyaystva v kontekste ustoychivoy prodoval'stvennoy bezopasnosti [Method for assessing the level of supply of fishery products to the population of Russian Federation regions in the context of sustainable food security]. *Baltiyskiy ekonomicheskij zhurnal* [Baltic Economic Journal], 2026, no. 1 (53), pp. 28-45. (In Russian). DOI: 10.46845/2073-3364-2026-0-1-28-45.
 18. Zaytsev S.V., Stepanova D.I. Otsenka roli rybokhozyaystvennogo kompleksa v obespechenii prodoval'stvennoy bezopasnosti strany kak instrumenta dostizheniya tselevykh pokazateley strategicheskogo planirovaniya [Assessing the role of the fisheries complex in ensuring national food security as a tool for achieving strategic planning targets]. *Ekonomika i upravleniye: problemy, resheniya* [Economics and Management: Problems, Solutions], 2025, vol. 11, no. 4 (157), pp. 46-52. (In Russian). DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2025.04.11.007.
 19. Sergeyev L.I., Samsonov A.V. Tendentsii razvitiya rybokhozyaystvennogo kompleksa i potrebleniya rybnoy produktsii v strane [Trends in the development of the fisheries complex and fish product consumption in the country]. *Trudy VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 2024, vol. 197, pp. 152-164. (In Russian).
 20. Suin I.P. Kompleksnyy analiz mekhanizmov obespecheniya prodoval'stvennoy bezopasnosti megapolisov v kontekste vliyaniya ekonomicheskikh shokov [Comprehensive analysis of mechanisms for ensuring food security in megacities in the context of the impact of economic shocks]. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law], 2026, vol. 16, no. 1, pp. 191-208. (In Russian). DOI: 10.18334/epp.16.1.124488.
 21. Mnatsakanyan A.G., Kharin A.G. Issledovaniye vnutrennikh faktorov tsen na ryboprodukty v Rossii [Analysis of internal factors affecting fish product prices in Russia]. *Baltiyskiy ekonomicheskij zhurnal* [Baltic Economic Journal], 2023, no. 4 (44), pp. 102-113. (In Russian).
 22. Arykbayev R.K. Razvitiye rybokhozyaystvennogo kompleksa Rossii v ramkakh kontseptsii «ekonomiki potrebleniya» [Development of the Russian fishery complex within the framework of the concept of “consumption economy”]. *Vestnik AGTU. Seriya: Ekonomika* [Vestnik ASTU.

Series: Economics], 2023, no. 4, pp. 7-15. (In Russian).

23. Diburis K.M. Otsenka eksportnogo potentsiala rybokhozyaystvennogo kompleksa v aspekte obespecheniya regional'noy prodovol'stvennoy bezopasnosti [Assessment of the export potential of the fisheries complex in the context of ensuring regional food security]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2024, no. 1, pp. 93-102. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Давыдова Ольга Александровна	аспирант Калининградский государственный технический университет 236022, Калининградская обл., г. Калининград, Советский проспект, 1 mail@kiu39.ru
Davydova Olga Alexandrovna	postgraduate student Kaliningrad State Technical University 236022, Kaliningrad Region, Kaliningrad, Sovetsky ave., 1 mail@kiu39.ru
Кузин Владимир Иванович	доцент кафедры экономики и финансов Калининградский государственный технический университет 236022, Калининградская обл., г. Калининград, Советский проспект, 1 vladimir.kuzin@klgtu.ru
Kuzin Vladimir Ivanovich	Associate Professor, Department of Economics and Finance, Kaliningrad State Technical University 236022, Kaliningrad Region, Kaliningrad, Sovetsky ave., 1 vladimir.kuzin@klgtu.ru
Красовский Александр Михайлович	доцент кафедры экономической безопасности Калининградский государственный технический университет 236022, Калининградская обл., г. Калининград, Советский проспект, aleksandr.krasovskij@klgtu.ru
Krasovsky Aleksandr Mikhailovich	Associate Professor, Department of Economic Security Kaliningrad State Technical University 236022, Kaliningrad Region, Kaliningrad, Sovetsky ave., 1 aleksandr.krasovskij@klgtu.ru

УДК 331.108

Котенев А.Д., Крыжевская Н.Н., Жикривецкая Ю.В.

ПРИОРИТЕТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Аннотация. В работе проведено исследование основ кадровой безопасности хозяйствующих субъектов, с учетом влияния факторов внутреннего и внешнего характера. Авторы структурировали имеющиеся направления механизма управления рисками кооперативных структур, с учетом видов риска и возможных инструментов их оценки. Отмечено, что процесс повышения уровня экономической безопасности кадровой составляющей, как правило, базируется на риск-ориентированном подходе. В связи с этим представлен набор методов, применение которых, по мнению авторов, будет способствовать процессу повышения уровня экономической безопасности кадровой составляющей. Акцентируется внимание на возможные сложности, вызванные действием рисков, сложностью процессов кадрового управления, несостоятельностью применяемых методов оценки кадровых рисков. Предлагаемые меры по повышению уровня кадровой безопасности носят, преимущественно, методологический характер, и направлены, в первую очередь, на разработку инструментария оценивания, базирующегося на карте рисков.

Ключевые слова: экономическая безопасность, кадровая безопасность, риск-ориентированный подход, трудовые ресурсы, производительность труда, кадровая работа.

Kotenev A.D., Kryjevskaya N.N., Zhikrivetskaya Yu.V.

PRIORITIES FOR ENSURING PERSONNEL SECURITY OF BUSINESS ENTITIES IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Abstract. This paper examines the fundamentals of HR security in business entities, taking into account the influence of internal and external factors. The authors structure the existing risk management mechanisms in cooperative structures, taking into account risk types and possible assessment tools. It is noted that improving HR economic security is typically based on a risk-based approach. Therefore, a set of methods is presented, the authors believe, will facilitate the process of improving HR economic security. Attention is focused on potential difficulties caused by risks, the complexity of HR management processes, and the inadequacy of current HR risk assessment methods. The proposed measures for improving HR security are primarily methodological in nature and are aimed primarily at developing assessment tools based on a risk map.

Keywords: economic security, HR security, risk-based approach, labor resources, labor productivity, HR work.

Введение. Кадровая безопасность является важнейшим элементом в структуре экономической безопасности хозяйствующих субъектов, выступающим локомотивом развития корпоративной культуры, а также способствующая стратегическому планированию в области безопасности деятельности. Актуальность рассмотрения заявленной проблематики обусловлена изменяющимися условиями хозяйствования, связанными с действием как факторов внутреннего характера (дефицит кадров, финансовая нестабильность, завышенные требования кандидатов), так и внешнего (экономические санкции, волатильность национальной валюты, негативный макроэкономический фон). В теоретико-методическом плане нарастает необходимость качественного пересмотра механизма оценки интеллектуального потенциала, формирования критериев отбора кадров, с учетом современных макроэкономических реалий, а также с целью обеспечения требуемого уровня безопасности деятельности хозяйствующей структуры. Современный рынок кадрового обеспечения вынужден трансформироваться, подстраиваясь под принципиально новые критерии, имеющие как экономическое содержание (размер оплаты труда, график работы,

формы премирования), так и психолого-педагогическое, обусловленное сформировавшейся практикой мышления – оценка личностных качеств претендента, учитывающая интересы и предпочтения работника, ограниченность взглядов и нежелание поддерживать традиции корпоративной культуры.

Целью исследования является анализ современных направлений механизма управления рисками кооперативных структур, научного обоснования их применения и поиск оптимального варианта, с учетом необходимости обеспечения кадровой безопасности хозяйствующих субъектов.

Материалы и методы исследования. Проблематика кадровой безопасности предприятий в условиях неопределённости находится в фокусе внимания отечественных исследователей на протяжении последних двух десятилетий. В работах, посвящённых управлению персоналом и экономической безопасности, выделяются несколько ключевых подходов, различающихся как по объекту анализа, так и по предлагаемым инструментам минимизации рисков.

Так, Кибанов А.Я. [1] рассматривает кадровую безопасность как основное направление кадровой работы – совокупность принципов, методов и организационных механизмов, направленных на сохранение и развитие кадрового потенциала, создание высокопроизводительного коллектива, способного своевременно реагировать на изменения внешней среды. Алавердов А.Р. [2] акцентирует внимание на лояльности персонала как ключевом условии обеспечения имущественных и неимущественных интересов организации. В его работах лояльность рассматривается как один из критериев конкурентоспособности человеческого капитала. Андруник И.П. предлагает комплексную методологию «Кадровая безопасность 2.0», объединяющую понятийно-категориальный аппарат личностно ориентированной и превентивной педагогики, технологию превентивного управления персоналом с девиантным поведением и современные социально-психологические технологии управления [3]. Интерес также вызывают работы [4-6], в которых исследуются вопросы кадровой безопасности в контексте проблематики формирования человеческого капитала и интеллектуального потенциала.

При подготовке материала были использованы открытые данные периодической печати, информационной сети Интернет, научные труды отечественных ученых по проблемам кадровой безопасности, деятельности хозяйствующих субъектов в рамках действия экономических санкций, а также теории экономической безопасности предприятий (организаций).

Исследование проводилось на основе методов сравнения, табличного, сопоставления, анализа ситуации, метода развития экономических систем.

Результаты исследования и их обсуждение. Экономическая теория выработала множество подходов и положений по обеспечению экономической безопасности в процессе управления кадровыми рисками, а также инструментов практического снижения напряжения от возникающих последствий. Большинство из существующих инструментов практического применения являются иностранными, что зачастую затрудняет практику их применения. Авторами предложена группировка актуальных направлений управления кадровыми рисками хозяйствующего субъекта (на примере кооперативных структур) в контексте обеспечения экономической безопасности (таблица 1).

Процесс повышения уровня экономической безопасности кадровой составляющей кооперативных структур базируется на риск-ориентированном подходе, предполагающем идентификацию факторов, вызывающих отклонение в функционировании деятельности кооператива от плановых показателей с последующим осуществлением контрольных функций, направленных на выявление возможных негативных последствий и использовании возникающих возможностей.

Таким образом, с целью совершенствования существующего механизма управления рисками в процессе повышения уровня экономической безопасности кадровой составляющей кооперативных структур предлагается задействовать следующие методы:

1. трансфер риска на основе аутстафinga, аутсорсинга, лизинга кадров;
2. страхование ответственности работодателя и персонала;
3. предупредительные методы: деловая разведка, ограничительные меры по доступу к информации;
4. прогнозирование и планирование человеческих ресурсов кооператива.

Таблица 1 – Современные направления управления рисками кооперативных структур в контексте обеспечения экономической безопасности кадровой составляющей*

№ п/п	Направление	Виды рисков	Инструменты управления
1.	Оценка кандидата при приеме на работу	Риск преждевременного увольнения, ненадежности кандидата, финансовых потерь	Экспертная оценка
2.	Периодическая оценка деятельности работника	Риск развития деструктивного поведения работника	Экспертная оценка, наблюдение
3.	Эффективная процедура высвобождения кадров	Информационные, репутационные, финансовые риски	Технология аутплейсмента «вежливое высвобождение»
4.	Анализ индивидуальных потребностей	Неэффективная мотивация, потери квалифицированных кадров, возникновение конфликтных ситуаций	Диагностика индивидуальных потребностей персонала, тестирование уровня удовлетворенности
5.	Оценка социально-психологического климата в коллективе		Определение направленности личности, уровня ценностно-ориентированного единства
6.	Предотвращение и противодействие мошенничеству	Финансовые потери, репутационные риски	Контроль доступа, видеонаблюдение, применение полиграфа, подписание договора о полной материальной ответственности
7.	Привлечение внешней помощи	Вся совокупность существующих рисков	Инструментарий управления консалтинговых компаний

* составлено авторами на основе [7].

Следует отметить, что основой воздействия на риск являются методы превентивного характера, а также методы возмещения потерь. Так, к методам превентивного характера, с помощью которых возможно проведение идентификации подверженности определенных сторон деятельности кооператива рискам, снижать возникающие потери, реализовать мероприятия по профилактике риска относят методы неприятия возможного риска, контроль, развитие технологий, совершенствования кадровых технологий, обеспечения кадровой безопасности. В свою очередь, методы возмещения потерь связаны со страхованием возникающих рисков. Таким образом, повышение уровня экономической безопасности в управлении кадрами возможно в условиях осуществления инвестирования в интеллектуальный потенциал персонала, в сочетании с его рациональным использованием.

Кроме того, следует акцентировать внимание на обязательное соблюдение ряда принципов при выполнении данных задач:

1. принципа масштабности: подразумевает наличие стремления ко всеобщему охвату сфер возникновения рисков, позволяя сузить круг;
2. принципа минимизации: направлен на минимизацию рисков и снижение их влияния на результаты деятельности хозяйствующего субъекта (страхование, хеджирование);
3. принципа адекватности реакции: необходимость оперативного реагирования на возникающие угрозы, путем проведения мониторинговых операций.

Возникающие трудности в процессе повышения уровня экономической безопасности кадровой составляющей кооперативных структур на основе совершенствования механизма управления рисками обусловлены рядом причин: во-первых, неочевидностью различного рода рисков, обуславливающей их вероятностный характер; во-вторых, чрезвычайно сложным процессом, в связи с тем, что они являются не только рисками управления персоналом, но также рисками самого персонала; в третьих, отсутствием приемлемых методов оценки кадровых рисков. Предлагая направления совершенствования реализуемого процесса управления рисками в рамках механизма обеспечения экономической безопасности кадровой составляющей, необходимо отметить первостепенную важность в разработке инструментария проведения их оценки. Была предложена карта рисков, составляемая на основе экспертной оценки их вероятности и значимости. Объединяя предлагаемые решения, акцентируется внимание на следующих мероприятиях (таблица 2):

Таблица 2 – Фрагмент программы риск-менеджмента*

№ п/п	Кадровые риски	Мероприятия по устранению кадровых рисков	
		предупреждение рисков	минимизация последствий
1.	Риск быть уволенным в период прохождения адаптации	Разработка действенной программы адаптации кадров	Беседы мотивационного характера
2.	Демотивация кадров в связи с низким уровнем оплаты труда	Задействование стимулов нематериального характера	Коррективы системы оплаты труда
3.	Восприятие несправедливого решения со стороны кадров	Разработка гласной системы оценки кадров	Аргументирование и обоснование предлагаемого заключения, осуществление обратной связи
4.	Уход в конкурентную структуру	Развитие лояльности кадров	Контрпредупредительные мероприятия
5.	Репутационные риски, путем распространения информации увольняющимся работником	Закрепление позитивного бренда работодателя	Мотивационные беседы, аутплейсмент
6.	Риск нелояльности	Установление механизма управления талантливыми работниками	Сохранение кадрового ядра

* составлено авторами на основе [8].

Достижение максимального положительного эффекта, по мнению Кара А.Н. и Соколовой И.А., возможно только путем обеспечения заявленных целей необходимыми ресурсами. Мотивировка кадров малоэффективна в случае отрицательной разницы между

объемом выделяемых средств и аналогичной суммой на рынке труда. В условиях наличия заинтересованности к долгосрочному сотрудничеству с нанимаемыми работниками возникает задача подбора методов работы, применение которых будет способствовать повышению эффективности управления кадровыми рисками:

1. проведение мониторинга и осуществление контрольных мероприятий с целью оперативного реагирования на происходящие деформации;
2. обеспечение стабильности деятельности работников предприятия, путем развития мотивационных и стимулирующих подходов кадровой работы;
3. разработка и ознакомление работников организации с должностными обязанностями, оперативное информирование о вносимых изменениях;
4. установление испытательного срока для вновь принимаемых работников, с назначением наставника для более результативной адаптации в коллективе;
5. закрепление организационной культуры взаимоотношений, основанной на выработке правил поведения на рабочем месте;
6. выработка мер взаимовыгодного сотрудничества между работником и работодателем, способствующих повышению результативности деятельности;
7. установление мер безопасности посредством разработки и принятия соответствующих регламентов, правил, норм;
8. оперативное выявление рискованных факторов [9].

Анализируя пути повышения уровня экономической безопасности в управлении кадровыми рисками кооперативных структур, Резник С.Д. и Холькина О.В. указывают на причины их появления, обусловленные либо ошибками, допущенными руководством, либо низкой компетентностью самого персонала. Имея различную природу появления, кадровые риски повышают угрозу экономической безопасности организации. Наиболее действенным инструментом на пути совершенствования процесса управления кадровыми рисками авторы выделяют кадровый аудит, как комплексную оценку существующей системы кадровой политики предприятия, направленную на определение и анализ системы мотивации кадров и ее соблюдение в рамках имеющейся стратегической цели [10].

Целесообразность проведения кадрового аудита при выработке путей повышения эффективности управления кадровыми рисками также высказывают в своих работах Солодова Н.Г. и Клейменова Л.В. [11]. Указанные авторы отмечают на то, что постоянство проведения кадрового аудита будет направлено: во-первых, на определение основного ядра коллектива, сохранение которого, даже в кризисные периоды работы, позволит добиваться реализации поставленных целей; во-вторых, на развитие и закрепление действенного механизма стимулирования работников с учетом реальных достижений; в третьих, на обеспечение рациональности полученных результатов объема затраченных усилий; в четвертых, на повышение эффективности системы информационного обеспечения деятельности кадрового управления, что в конечном итоге имеет положительный эффект в рамках усилий по обеспечению требуемого уровня экономической безопасности.

В целях составления объективной оценки экономической безопасности существующего механизма управления кадрами предприятий кооперативных структур, а также выработке предложений по ее совершенствованию был проведен кадровый аудит на предприятиях Ставропольского края (СПК колхоз-племзавод «Казьминский» Кочубеевского района, СПК колхоз «Путь Ленина» Изобильненского района, СПК колхоз-племзавод «Россия» Апанасенковского района). Указанные предприятия вошли в число трехсот лучших агропромышленного комплекса России. Кроме того, следует выделить положительный опыт не только инвестиционной политики указанных предприятий в сфере кооперации, но и грамотную политику управления кадрами. Так, СПК колхоз-племзавод «Казьминский» с целью развития бизнеса осуществил поглощение трех аналогичных предприятий, испытывавших финансовые затруднения: колхоз «Гранит» (Краснодарский край) и колхозы «Заветы Ильича» и «Красное знамя» Кочубеевского района Ставропольского края. Таким образом, рассматриваемое предприятие состоит из четырех аналогичных, территориально

расположенных в Ставропольском и Краснодарском краях. Следует отметить, что специфика аграрного производства способствует выработке и закреплению кооперативных отношений, что связано с развитием взаимовыгодных и взаимодополняющих отношений, а также интеграции ресурсной базы товаропроизводителей.

Установлено существование как реальных, так и потенциальных убытков, связанных нарушениями в управлении персоналом. На основе анализа были актуализированы провалы в кадровой работе и оценены возможности появления кадровых рисков:

1. риски, связанные с движением трудовых кадров: выявлено расхождение занимаемых должностей с полученным образованием;

2. наличие неэффективного механизма стимулирования работников: установлены факты нарушения трудовой дисциплины, а также недостаточной удовлетворенностью условиями труда;

3. риски увольнения работника: имеют прямое влияние на уровень экономической безопасности предприятия;

4. несогласие работника с вводимыми новшествами: вызвано требованием получения дополнительных знаний (повышение квалификации) в связи с необходимостью обслуживания современной сельскохозяйственной техники.

Анализ проводился на основе опроса 65 человек, занимающих различные должности в указанных хозяйственных структурах. Был определен ранг вероятности наступления (высокая, средняя, низкая), а также сформулирована степень потенциального ущерба (незначительный, средний, большой), построена матрица «вероятность-ущерб», учитывающая уровень кадрового риска предприятий, путем пересечения столбцов таблицы, выясняем условный уровень (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты проведенной диагностики кадровой безопасности исследуемых предприятий*

№ п/п	Степень потенциального ущерба	Вероятность наступления риска		
		Низкая вероятность (0,3)	Средняя вероятность (0,7)	Высокая вероятность (1,0)
1.	Большой ущерб (1,0)	Риск найма персонала, не отвечающего требованиям (12 %)	Риск снижения мотивации работников (34 %)	Риск снижения профессионального уровня работников (44 %)
2.	Средний ущерб (0,7)	Риск административных жалоб в контролирующие органы (3 %)	Риск перехода к конкурирующей структуре (32%)	Риск увольнения (38 %) Риск нарушения дисциплины труда (58 %)
3.	Незначительный ущерб (0,3)	—	Риск старения кадров (20 %) Риск, вызванный дистанционным форматом работы (26 %)	—

* таблица составлена авторами

Представленные в таблице данные имеют первостепенное значение при анализе уровня экономической безопасности предприятия. Они отражают необходимость корректировки существующего механизма управления кадрами, с учетом влияния ряда факторов. Так, результаты опроса свидетельствуют о высокой вероятности (58 %) риска нарушения дисциплины труда, а также крайне низкой мотивации на предприятиях (34 %). Следует также

отметить, что возможность перехода к конкурирующим структурам составляет 32 %, то есть практически каждый третий работник потенциально готов к данному шагу. Особую опасность составляет тот факт, что опрос проводился в организациях аграрного профиля, которым присуща определенная специфика производственного процесса. Так, потерять работника (например, механика) в период сбора урожая, означает возможность затянуть данный вид работ, что приведет к потере части урожая.

Проанализировав механизм обеспечения экономической безопасности в управлении кадровым потенциалом предприятий кооперативных структур Ставропольского и Краснодарского краев следует отметить, что целесообразно прибегнуть к контроллингу, способному обеспечить информационную среду поддержки и регулирования. Организация контроллинга предлагается в два этапа: аналитический, административно-распорядительный.

Аналитический этап нацелен на изучение следующих показателей:

1. уровня производительности труда;
2. объема финансовых средств на кадровую работу;
3. удовлетворенности условиями труда;
4. степени обеспеченности делегированных полномочий.

Завершением данного этапа является составление соответствующего отчета с детальным анализом указанных показателей.

Административно-распорядительный этап ориентирован на исполнительские функции в рамках принятых решений по повышению эффективности в вопросах кадрового управления. Кроме того, при необходимости корректируются применяемые методы и тактики работы, а также осуществляется контроль результатов.

Применение в рамках контроллинга технологии риск-менеджмента, способствует выявлению и анализу кадровых рисков. С целью повышения эффективности управления кадровыми рисками необходимо:

1. регулярное проведение анализа возникающих рисков,
2. осуществление оценки степени рисков,
3. выявления степени влияния внутренних и внешних факторов на сложившуюся ситуацию,
4. проведение оперативной оценки возможности проявления кадровых угроз,
5. осуществление оценки экономического ущерба от выявленных угроз.

Рекомендуя применение в рамках контроллинга технологии риск-менеджмента мы поддерживаем высказанные идеи Резник С.Д. и Холькиной О.В. о необходимости их задействования на всех уровнях управления на предприятии. Так, целесообразно в рамках указанных технологий использовать следующий инструментарий:

1. инструменты компенсации возникаемых рисков: организация планирования и прогнозирования кадровыми ресурсами, проведение соответствующего мониторинга результатов;
2. инструменты, применяемые на этапе выявления рисков, проведения их оценки, выработке соответствующей стратегии управления рисками [10].

Применение совокупности методов управления кадровыми рисками в рамках повышения уровня экономической безопасности зависит от специфики деятельности предприятия; его размеров, стратегии деятельности; сроков реализации мероприятий; используемой системы стимулирования кадров; бюджета, привлекаемого для управления рисками, сложившейся социально-экономической ситуации не только на предприятии, но и в регионе базирования. Итогом проводимых мероприятий, ориентированных на повышение эффективности управления рисками, выступает комплекс мер, направленных на обеспечение профилактики и предупреждение возникновения кадровых рисков, и как следствие на минимизацию возможного экономического ущерба, вызванного действиями работников [12].

Проведенный анализ путей повышения уровня экономической безопасности в управлении кадровыми рисками предприятий кооперативных структур позволяет констатировать следующее:

1. Проблемам совершенствования кадровой работы уделяется более пристальное внимание, от результатов которой напрямую эффективность деятельности предприятия. В связи с этим выработка путей совершенствования управления кадровым потенциалом кооперативных структур выступает в качестве ключевого фактора успеха современной организации;

2. Теория обеспечения экономической безопасности в управлении персоналом выработала множество подходов и положений по нивелированию кадровых рисков, а также инструментов практического снижения напряжения от возникающих последствий;

3. Процесс управления возникающими кадровыми рисками базируется на риск-ориентированном подходе, предполагающем процесс идентификации факторов, вызывающих отклонение в функционировании деятельности предприятия от плановых показателей с последующим осуществлением контрольных функций, направленных на выявление возможных негативных последствий и использовании возникающих возможностей;

4. В целях составления объективной оценки существующего механизма обеспечения экономической безопасности в управлении кадрами предприятий кооперативных структур, а также выработке предложений по ее совершенствованию был проведен кадровый аудит на предприятиях крайпотребсоюза Ставропольского и Краснодарского краев;

5. Проведенный анализ позволил актуализировать провалы в работе и оценить возможности появления кадровых рисков: риски, связанные с движением трудовых кадров; наличие неэффективного механизма стимулирования работников; риски увольнения работника; несогласие работника с вводимыми новшествами.

Выводы. Анализ механизма и инструментов повышения экономической безопасности на основании развития системы управления кадровым потенциалом позволил сформулировать следующие выводы:

1. Анализ теоретических взглядов на принципы обеспечения экономической безопасности в рамках кадрового управления, позволил сформировать авторский подход, учитывающий особенности деятельности хозяйствующих структур: поддержание системности в процессе принятия решений, учитывающих не только финансово-экономическую, но и социально-культурную сторону кадровых отношений; структурность, подразумевающая наличие взаимодополняющих подсистем, работающих в рамках определенной стратегической цели, с учетом экзогенного и эндогенного воздействия; эмерджентность (некомпозициональность) кадрового управления.

2. Современное законодательство не располагает общепринятым трактованием дефиниции «экономическая безопасность» с позиции кадровой обеспеченности. Результаты анализа, а также систематизации научных работ позволили уточнить авторскую позицию дефиниции «экономическая безопасность» с позиции кадрового обеспечения хозяйствующих структур, под которой понимается состояние экономики субъекта государства, обеспечивающее требуемый уровень жизни населения, складывающийся с учетом принципов комплексности, системности, приемственности, способствующий выработке условий и факторов защищенности кадрового потенциала, в рамках противодействия современным угрозам и вызовам, на основе применения мониторинга уровня кадровой безопасности с учетом социально-экономических, культурно-политических и отраслевых особенностей конкретных территорий, а также мер государственного регулирования и поддержки.

3. Важнейшим компонентом экономической безопасности в процессе улучшения существующего механизма управления кадровым потенциалом кооперативных структур выступает мотивация. Выработаны организационно-методические рекомендации по совершенствованию процесса управления кадровым потенциалом кооперативных структур, основанные на трансформации мер нематериального стимулирования: делегирование полномочий и наделение ответственностью; возможность участия в разработке и корректировке существующих мотивационных стимулов; возможность получения дополнительных знаний в рамках, создания на базе образовательных учреждений

Центросоюза базовых кафедр; отбор кадров из числа учащейся молодежи, с возможностью получения требуемого образования, исходя из особенностей производственного процесса.

Процесс управления возникающими кадровыми рисками базируется на риск-ориентированном подходе, предполагающем идентификацию факторов, вызывающих отклонение в функционировании деятельности предприятия от плановых показателей с последующим осуществлением контрольных функций, направленных на выявление возможных негативных последствий и использовании возникающих возможностей.

4. Обоснованы критериальные требования к формированию комплекса показателей экономической безопасности при оценке эффективности реализации механизма управления кадровым потенциалом предприятий: всеобъемлющий характер, минимальная подверженность искажению, возможность отражения деятельности отдельных структурных элементов, корректируемость, самодостаточность, гласность и доступность для проведения анализа. В этой связи проведен анализ факторов, оказывающих искажающее влияние на изменение показателей, формирования количественных зависимостей между отдельными факторами, а также выделены факторы, оказывающие данное влияние.

Список использованной литературы:

1. Кибанов А.Я. Управление персоналом организации. М.: ИНФРА-М, 2002. 638 с.
2. Алавердов А.Р. Кадровая безопасность как фактор конкурентоспособности современной организации // Современная конкуренция. 2015. Т. 9. № 5 (53). С. 25-38.
3. Андруник А.П. Кадровая безопасность 2.0: теория и практика. М.: Дашков и К, 2025. 570 с.
4. Панкова Л.В. Сущность кадровой безопасности в контексте регионального развития // Вестник Тюменского государственного университета. 2026. Т. 12. № 1. С. 220-241.
5. Яркова Т.М. Современные подходы обеспечения кадровой безопасности организаций в России // Экономика труда. 2022. Т. 9. № 3. С. 731-742.
6. Котенев А.Д., Оразалиев А.А., Крыжевская Н.Н. Инструментарий обеспечения кадровой безопасности органов внутренних дел России // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2024. № 1. С. 123-129.
7. Литвинюк А.А., Косарева Е.А. Актуальные проблемы управления персоналом в розничной торговле // Экономика, предпринимательство и право. 2020. Т. 10. № 3. С. 677-688.
8. Марков А.В. Теоретические предпосылки применения инновационных методов мотивации в управлении персоналом // Oeconomia et Jus. 2020. № 2. С. 17-23.
9. Кара А.Н., Соколова И.А. Управление кадровыми рисками // Вестник Поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика. 2019. № 5 (59). С. 30-38.
10. Резник С.Д., Холькина О.В. Кадровый аудит как диагностика рисков в системе управления персоналом организации // Экономика строительства. 2021. № 6 (72). С. 35-47.
11. Солодова Н.Г., Клейменова Л.В. Особенности кадрового аудита при антикризисном управлении // Известия Байкальского государственного университета. 2011. № 6. С. 104-108.
12. Трысячный В.И., Пархоменко Т.В., Молодых В.А. Проблемы диагностики масштабов теневой экономики в контексте обеспечения экономической безопасности // Региональные проблемы преобразования экономики. 2023. № 3 (149). С. 145-153.

References:

1. Kibanov A.YA. *Upravleniye personalom organizatsii* [Personnel Management of an Organization]. Moscow, INFRA-M Publ., 2002, 638 p. (In Russian).
2. Alaverdov A.R. Kadrovaya bezopasnost' kak faktor konkurentosposobnosti sovremennoy organizatsii [Personnel security as a factor of competitiveness of a modern organization]. *Sovremennaya konkurentsia* [Modern Competition], 2015, vol. 9, no. 5 (53), pp. 25-38. (In Russian).

3. Andrunik A.P. *Kadrovaya bezopasnost' 2.0: teoriya i praktika* [Personnel Security 2.0: Theory and Practice]. Moscow, Dashkov i K Publ., 2025, 570 p. (In Russian).
4. Pankova L.V. *Sushchnost' kadrovoy bezopasnosti v kontekste regional'nogo razvitiya* [The Essence of Personnel Security in the Context of Regional Development]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Tyumen State University], 2026, vol. 12, no. 1, pp. 220-241. (In Russian).
5. Yarkova T.M. *Sovremennyye podkhody obespecheniya kadrovoy bezopasnosti organizatsiy v Rossii* [Modern approaches to ensuring personnel security in Russian organizations]. *Ekonomika truda* [Labor Economics], 2022, vol. 9, no. 3, pp. 731-742. (In Russian).
6. Kotenev A.D., Orazaliyev A.A., Kryzhevskaya N.N. *Instrumentariy obespecheniya kadrovoy bezopasnosti organov vnutrennikh del Rossii* [Tools for Ensuring Personnel Security in Russian Internal Affairs Agencies]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Maritime Technological University], 2024, no. 1, pp. 123-129. (In Russian).
7. Litvinyuk A.A., Kosareva Ye.A. *Aktual'nyye problemy upravleniya personalom v roznichnoy trgovle* [Current issues in personnel management in retail trade]. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law], 2020, vol. 10, no. 3, pp. 677-688. (In Russian).
8. Markov A.V. *Teoreticheskiye predposylki primeneniya innovatsionnykh metodov motivatsii v upravlenii personalom* [Theoretical prerequisites for the application of innovative motivation methods in personnel management]. *Oeconomia et Jus* [Oeconomia et Jus], 2020, no. 2, pp. 17-23. (In Russian).
9. Kara A.N., Sokolova I.A. *Upravleniye kadrovymi riskami* [Personnel Risk Management]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo universiteta servisa. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of the Volga Region State University of Service. Series: Economics], 2019, no. 5 (59), pp. 30-38. (In Russian).
10. Reznik S.D., Khol'kina O.V. *Kadrovyy audit kak diagnostika riskov v sisteme upravleniya personalom organizatsii* [Personnel audit as risk diagnostics in an organization's HR management system]. *Ekonomika stroitel'stva* [Construction Economics], 2021, no. 6 (72), pp. 35-47. (In Russian).
11. Solodova N.G., Kleymenova L.V. *Osobennosti kadrovogo audita pri antikrizisnom upravlenii* [Specifics of HR audits in crisis management]. *Izvestiya Baykal'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Baikal State University], 2011, no. 6, pp. 104-108. (In Russian).
12. Trysyachnyy V.I., Parkhomenko T.V., Molodykh V.A. *Problemy diagnostiki masshtabov tenevoy ekonomiki v kontekste obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti* [Problems of assessing the scale of the shadow economy in the context of ensuring economic security]. *Regional'nyye problemy preobrazovaniya ekonomiki* [Regional Problems of Economic Transformation], 2023, no. 3 (149), pp. 145-153. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Котенев

Александр Дмитриевич

д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры административного права и административной деятельности органов внутренних дел

Донецкий филиал Волгоградской академии МВД России
283050, г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого, д. 84
kot_sasha81@mail.ru

Kotenev
Aleksandr Dmitrievich

Dr. Sci. (Econ.), Associate professor, Professor of the Department of administrative law and administrative Activity of Internal Affairs Bodies
Donetsk Branch of the Volgograd Academy of the Russian Interior Ministry
283050, Donetsk, Khmel'nitsky ave., 84
kot_sasha81@mail.ru

**Крыжевская
Наталья Николаевна**

канд. психол. наук, доцент, доцент кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин
Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД России
355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 43

Kryjevskaya
Natalya Nikolaevna

Ph.D. (Psychol.), Associate professor of the Department of social, economic and humanitarian disciplines
Stavropol Branch of the Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of Russia
355000, Stavropol, Kulakov ave., 43

**Жикривецкая
Юлия Владимировна**

канд. филос. наук, доцент, доцент кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин
Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД России
355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 43

Zhikrivetskaya
Yuliya Vladimirovna

Ph.D. (Philos.), Associate professor of the Department of social, economic and humanitarian disciplines
Stavropol Branch of the Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of Russia
355000, Stavropol, Kulakov ave., 43

УДК 351.74:331.108

Крыжевская Н.Н., Жикривецкая Ю.В.

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ЛОВУШКИ СИСТЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИЛОВЫХ СТРУКТУР РОССИИ

Аннотация. В статье проведено исследование причин возникновения дисбалансов кадрового управления силовых структур государства. Анализируется феномен «институциональная ловушка», выделяется природа происхождения, возможные причины зарождения и дальнейшего развития. Отмечается необходимость постоянного совершенствования деятельности в выборе мер кадрового обеспечения, указывается на многоформатность данной работы. Проведенный анализ позволил выявить закономерность применения механизмов кадровой политики, конкурентоспособность которых, в условиях напряженности рынка труда, имеет негативный характер. Авторы отмечают наличие коррупционных рисков, а также снижение конкурентоспособности на рынке труда силовых структур, на фоне хронического дефицита кадров и росте профессионального выгорания сотрудников. В качестве мер преодоления выделенных институциональных ловушек кадрового обеспечения предлагается введение профессиональных стандартов и компетентного подхода, включение в состав кадровых служб гражданских экспертов, внедрение эффективной системы мотивации работников.

Ключевые слова: кадровое обеспечение, кадровая политика, МВД России, экономическая безопасность, мотивационные меры, эффективность службы, человеческий капитал, кадровая безопасность, силовые структуры, дефицит кадров, компетентность сотрудника.

Kryjevskaya N.N., Zhikrivetskaya Yu.V.

INSTITUTIONAL TRAPS IN THE STAFFING SYSTEM OF RUSSIA'S SECURITY FORCES

Abstract. This article examines the causes of personnel management imbalances in the state's law enforcement agencies. The phenomenon of "institutional traps" is analyzed, highlighting their origins, possible causes, and subsequent development. The need for continuous improvement in staffing measures is emphasized, as is the multifaceted nature of this study. The analysis revealed a pattern in the application of HR policy mechanisms that prove detrimental to competitiveness amidst tight labor market conditions. The authors note the presence of corruption risks, as well as the declining competitiveness of law enforcement agencies in the labor market, amid chronic personnel shortages and rising burnout. To overcome these institutional traps in staffing, they propose the introduction of professional standards and a competency-based approach, the inclusion of civilian experts in HR departments, and the implementation of an effective employee incentive system.

Keywords: personnel management, personnel policy, the Ministry of Internal Affairs of Russia, economic security, motivational measures, service efficiency, human capital, personnel security, law enforcement agencies, personnel shortage, employee competence.

Введение. В современной геополитической реальности, характеризующейся нарастанием системной конфронтацией и трансформацией традиционных моделей безопасности, проблема институциональных ловушек в кадровом обеспечении силовых структур приобретает характер стратегически значимого вызова национальной безопасности. В условиях стремительного технологического прогресса, который коренным образом изменяет характер угроз и операционную среду, традиционные кадровые подходы в силовых структурах всё больше устаревают. Цифровая трансформация правоохранительной системы, появление новых видов преступной деятельности и необходимость действовать в условиях гибридных информационных войн требует кардинального пересмотра принципов подготовки и управления кадрами.

Геополитическая напряженность, выражающаяся в санкционном давлении и необходимости обеспечения технологической независимости, дополнительно повышает важность эффективного управления персоналом. В условиях ограниченности ресурсов и необходимости быстрой адаптации к меняющейся обстановке, организационные проблемы – такие как бюрократическая волокита, неэффективные кадровые решения и противоречия в нормативной базе – превращаются в серьезные угрозы для всей системы национальной безопасности.

Существующая научная литература демонстрирует явный пробел в исследованиях кадровой политики силовых ведомств. Подобная ситуация объясняется ограниченностью доступа к информации закрытых институтов, а также уникальной корпоративной культурой.

В данном контексте исследование институциональных ловушек кадрового потенциала в силовых ведомствах трансформируется из сугубо академической задачи в стратегически важное направление, непосредственно связанное с обеспечением национальной безопасности в условиях современных вызовов и угроз. Эффективное решение обозначенной проблемы требует применения комплексного междисциплинарного подхода, интегрирующего методологический аппарат институциональной теории, современные концепции управления безопасностью, актуальные разработки в области государственного управления, достижения смежных социально-политических дисциплин. Такая интеграция научного знания позволит выработать эффективные механизмы преодоления институциональных ловушек, сохраняя при этом функциональную устойчивость силовых структур как ключевого элемента системы национальной безопасности.

Целью исследования является анализ применяемых практик кадрового управления, применение которых направлено на научно обоснованный поиск мер и инструментов воздействия, способствующих выявлению и дальнейшей нейтрализации существующих и потенциальных институциональных ловушек кадрового обеспечения, возникающих в силовых структурах государства.

Материалы и методы исследования. Проблематика кадрового обеспечения силовых ведомств государства нашла отражение в работах таких авторов, как Гольцев А.А., Юркин Н.Г. [1], Вертинский К.Д. [2], Долотова Д.В., Лебедев А.В. [3], Дюдюн Т.Ю., Меньших А.Н. [4], Кушхова А.А. [5], Грачев А.В. [6], Остроухов Д.О. [7], Котенев А.Д. [8] и других. Вместе с тем, имеющийся научный задел не в полной мере отражает особенности кадрового обеспечения силовых структур, и требует дальнейшего изучения, как в теоретическом плане, так и путем принятия действенных мер воздействия.

При подготовке материала был сделан акцент на возможности применения наиболее перспективных технологий кадрового управления, основанных на современных теориях менеджмента. Использованы материалы открытой печати, данные информационной сети Интернет, нормативные и правовые акты. Теоретический базис представлен работами отечественных ученых по проблемам кадрового обеспечения и кадровой безопасности государства.

Результаты исследования и их обсуждение. Феномен «институциональных ловушек» получил особую актуальность в 90-е годы XX в. в рамках социально-экономических реформ, осуществляемых Правительством России. Начальная трактовка сущности сводилась к характеристике неэффективной устойчивой нормы, имеющей самоподдерживающийся характер.

Современная трактовка институциональных ловушек применительно к кадровому обеспечению сводится к характеристике устойчивых неэффективных норм или применяемых практик в процессе управления кадрами, являющихся самоподдерживаемыми, затрудняющими закономерный переход к более результативным практикам (моделям). Возникновение институциональных ловушек обусловлено действием структурных, поведенческих и социально-культурных факторов, формирующих негативные практики кадровой работы.

В качестве причин появления институциональных ловушек кадрового обеспечения, авторы выделяют: во-первых, существенную трансформацию социально-экономических отношений общества. Кризисные ситуации, обусловленные социально-экономическими причинами, выступают базисом формируемых ловушек – неформальных договоренностей, забюрократченностью процедур и др.; во-вторых, дивергенция интересов экономических агентов кадрового обеспечения. Выбор стратегий, имеющих краткосрочный характер приводит к формированию разнополярных интересов, нарушающих целостность системы (занижение размера оплаты труда со стороны работодателя, и, как следствие, игнорирование профессионального саморазвития работника); в третьих, преобладание неформальных норм и правил, становящихся доминирующими; в четвертых, правовой нигилизм и формирование патерналистских отношений, нивелирующих эффективность трудовых отношений и усиливающих зависимость от воли руководящего состава; в пятых, отставание применяемых мер и инструментов государственного регулирования трудовых отношений от современных реалий, приводящее к противоречивости правовых норм и применению неэффективных практик; в шестых, наличие инертности в практики принятия решений.

Необходимость постоянного совершенствования деятельности в рамках кадрового обеспечения силовых структур обусловлена многоаспектностью и многоформатностью данной работы. Достижение поставленных целей напрямую зависит от результатов данной работы [1].

Системные дисфункции кадрового механизма силовых ведомств России обусловлены сложным взаимодействием ряда ключевых факторов, среди которых следует выделить:

1. нормативно-правовые: устаревшая законодательная база, не учитывающая современные требования к кадровой работе; чрезмерная регламентация кадровых процессов, ограничивающая гибкость управления;
2. организационно-управленческие: архаичная система аттестации, основанная на формальных показателях; отсутствие действенной системы профессиональных стандартов;
3. социально-экономические: существенный разрыв в оплате труда между силовыми структурами и коммерческим сектором; недостаточное финансирование программ профессионального развития; ухудшение социального обеспечения сотрудников; рост стоимости жизни в крупных городах;
4. социокультурные: кризис престижа службы в силовых структурах; размывание корпоративной культуры и ценностей; поколенческий разрыв в профессиональных установках; рост индивидуализма в профессиональных стратегиях;
5. технологические: отставание образовательных программ от реальных потребностей; недостаточное материально-техническое оснащение учебных образовательных организаций; медленная цифровизация кадровых процессов; нехватка специалистов по новым технологиям;
6. политические: политизация кадровых назначений; недостаточная координация между ведомствами.

Выступая перед депутатами Государственной Думы РФ, министр внутренних дел Колокольцев В.А. заявил о катастрофической ситуации с кадрами. Он отметил, что за 2025 год рост числа уволившихся превысило 80 тысяч человек, что выше аналогичного показателя предыдущего периода. Общий некомплект министерства составил 212 тысяч сотрудников. Наиболее сложная ситуация наблюдается в таких подразделениях как уголовный розыск, патрульно-постовая и служба участковых уполномоченных. Основными причинами, как и годом ранее являются неконкурентоспособный уровень оплаты труда, нерешенность жилищного вопроса, а также наличие дисбаланса применения мер социального стимулирования силовых ведомств государства.

Проведенный анализ выявляет накопленный эффект, выражающийся в устойчивой нехватке специалистов ключевых направлений, повышении уровня профессионального истощения персонала, ухудшении качества служебной деятельности, усилении коррупционных угроз и утрате позиций на кадровом рынке. Особенную актуальность проблеме придает ее комплексный характер, когда устранение одного затруднения неизбежно

сталкивается с другими, формируя замкнутый круг. Эта ситуация диктует необходимость системного преобразования всей структуры кадрового менеджмента.

Институциональные ловушки в кадровом обеспечении силовых структур представляют собой устойчивые неэффективные организационно-экономические модели управления человеческими ресурсами, которые: во-первых, сохраняются вопреки их очевидной нерациональности; во-вторых, воспроизводятся благодаря действию механизмов институциональной инерции; в-третьих, создают значительные транзакционные издержки.

Игнорирование отмеченных аспектов, а также замалчивание иного рода кадровых проблем является причинами развития кадрового голода, характерного для всего силового блока российского государства. Как справедливо отмечает Вертинский К.Д., причины кадрового голода не всегда являются очевидными, в связи с чем, их следует разделить на объективные и субъективные. К объективным причинам автор относит: во-первых, демографический кризис, обусловленный сокращением численности трудовых ресурсов в рамках пандемии, наличия военных потерь, а также релокации и «бегство» части трудоспособного населения за рубеж. Отмеченные; во-вторых, происходящие технологические сдвиги в сторону цифровизации экономики. Автоматизация рабочих функций послужила причинами увольнения большого количества кадров; в-третьих, введение рядом иностранных государств экономических санкций, привело к оттоку рабочей силы за пределы государства, преимущественно технического профиля. К субъективным причинам относятся: во-первых, наличие системных ошибок при подготовке кадров для силовых структур; во-вторых, специфика деятельности, предполагающая наличие эмоционально-волевой устойчивости, повышенных нравственно-этических качеств, угрозы личной безопасности; в третьих, неконкурентоспособный размер оплаты труда, отпугивающий молодежь, предпочитающей более «раскрученные» профессии; в четвертых, высокая степень загруженности кадров, вызванная некомплектom и перераспределением обязанностей между имеющимися [2].

Проблема некомплекта поднимается в работах Долотовой Д.В., которая в качестве причин выделяет блок социально-экономического характера, к которому относит нерешенность квартирного вопроса, низкой заработной платы, формальность существующего перечня социальных гарантий сотрудников [3].

В работе Дюдюн Т.Ю. и Меньших А.Н. отмечается, что базовыми причинами сокращения кадрового потенциала выступают высокий уровень неопределенности, дисбаланс в выполняемых функциях и размере выплачиваемого денежного довольствия, высокой напряженностью, внедрение современных информационных технологий, частично заменяющих труд человека [4].

Схожие причины отмечены в работе Кушховой А.А. и Ашурилаева С.М., которые помимо прочего выделяют наличие высокого уровня стресса и экстремальность деятельности. Так, авторы отмечают дефицит использования современных технологий, сложную адаптацию молодых сотрудников. Особенности современной кадровой политики силовых структур выступают: во-первых, постоянная оптимизация штатной структуры, приводящая к сокращению численности сотрудников; во-вторых, отсутствие необходимых знаний молодых сотрудников, в том числе, имеющих высшее юридическое образование; в третьих, сниженная мотивация, обусловленная неконкурентоспособным уровнем оплаты труда, в совокупности с отсутствием возможного карьерного роста и недействующими социальными гарантиями; в четвертых, сложности коммуникации молодых сотрудников в коллективе, что выступает причиной профессионального выгорания на фоне постоянного стресса; в пятых, отставание уровня подготовки сотрудников от современных реалий, с которыми они сталкиваются в профессиональной деятельности; в шестых, несоответствие имеющихся компетенций и степени материально-технической оснащенности подразделений [5].

Анализируя кадровое обеспечение силовых структур (на примере МВД России) Грачев А.В. и Борина Л.В. во-многом сходны с позицией выше приведенных авторов. Вместе с тем они указывают, что ухудшение кадровой ситуации связано: с неконкурентоспособным

размером оплаты труда, наличием нагрузок на службе как физических, так и психологических; уходом квалифицированных кадров, в том числе, занимающихся подготовкой курсантов ведомственных ВУЗах. Обязательное прохождение пятилетней службы для выпускников ведомственных ВУЗов, выступает в качестве фактора, снижающего привлекательность обучения в соответствующем образовательном учреждении [6].

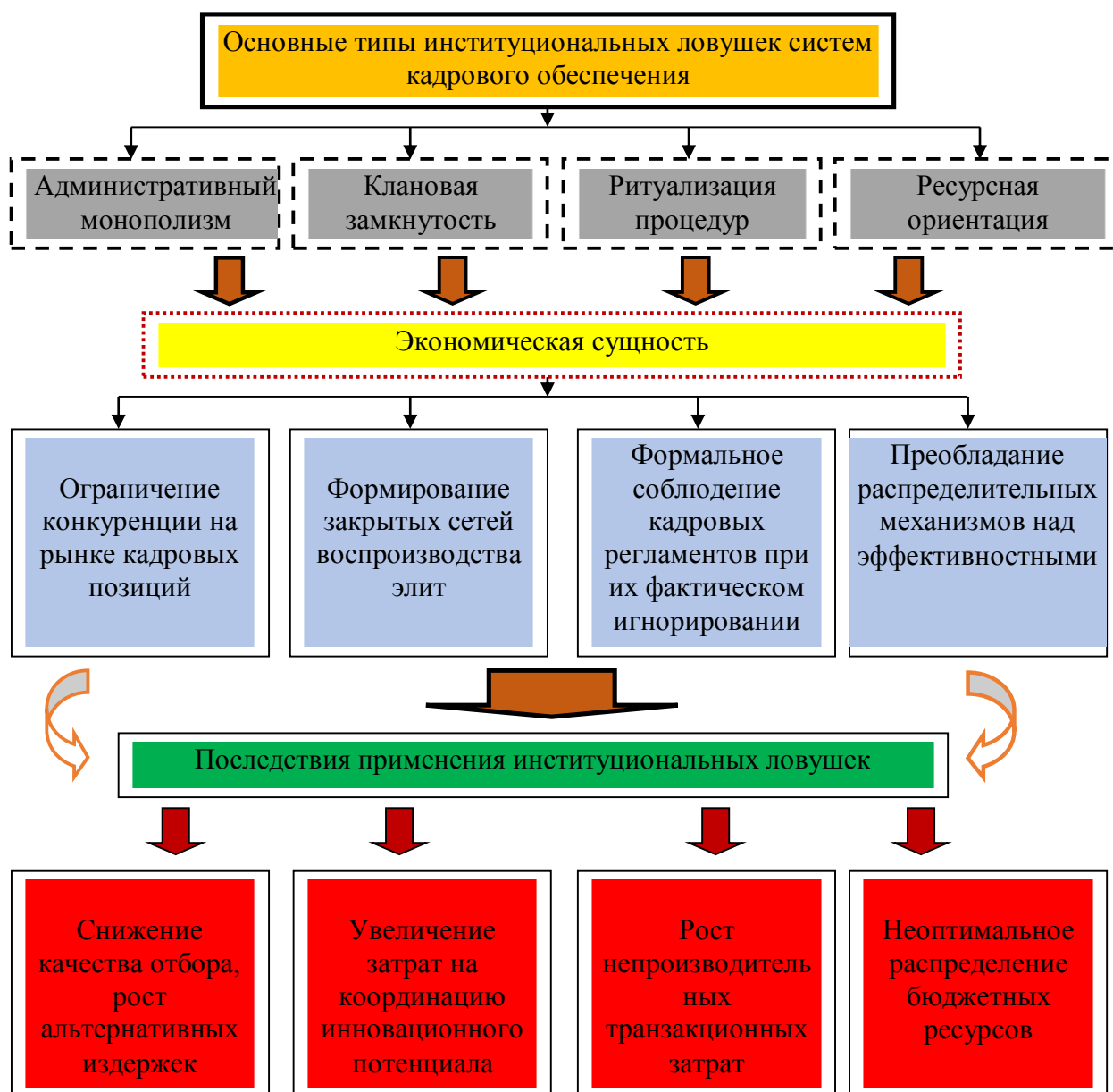


Рисунок 1 – Основные типы институциональных ловушек систем кадрового обеспечения*
* Составлен авторами

В качестве мер преодоления, отмеченных на рисунке 1 институциональных ловушек кадрового обеспечения силовых структур, авторы выделяют:

1. введение профессиональных стандартов и компетентностного подхода. Согласно институциональной теории лауреата Нобелевской премии Дугласа Норта, формальные правила должны соответствовать реальным потребностям системы. Разработка детализированных, научно обоснованных профессиональных стандартов должна способствовать преодолению разрыва между формальными требованиями и фактическими компетенциями;

2. создание кадровых служб с участием гражданских экспертов, что будет способствовать формированию их независимого статуса. Целесообразным является введение вневедомственного контроля, что, в конечном счете, позволит снизить влияние неформальных отношений. Важным результатом данного шага выступает повышение прозрачности кадровых решений, а также снижение коррупционных рисков [10];

3. внедрение многоуровневой системы мотивации. Согласно процессуальной теории мотивации Виктора Врума, необходимо сочетание материальных и нематериальных стимулов работника. Эффективное использование отмеченных инструментов, в совокупности с конкурентоспособным размером оплаты труда позволит получить синергетический эффект.

Выводы. Проведенное исследование институциональных ловушек механизма кадрового обеспечения силовых структур России выявило их системный, обусловленный комплексным взаимодействием нормативно-правовых, организационно-управленческих, социально-экономических и технологических факторов. Проведенный анализ позволил выявить закономерность применения механизмов кадровой политики, конкурентоспособность которых, в условиях напряженности рынка труда, имеет негативный характер.

Актуализированные в исследовании меры и инструменты по нивелированию институциональных ловушек основаны на применении перспективных управленческих механизмов, а также практиках реформирования, что предопределяет их результативность. Базовыми направлениями предлагаемых корректировок выступают: во-первых, институционализация объективных критериев оценки, посредством применения профессиональных стандартов и цифровизации кадровых процессов, что позволит снизить субъективизм принимаемых решений; во-вторых, обеспечение разумного баланса и приемлемой гибкости в рамках использования кадровых служб независимого характера, направленных на недопущение клановости при принятии управленческих решений; в третьих, переход к применению стимулирующего механизма кадрового состава, взамен административного давления. Предлагаемые меры и инструментарий требуют научного обоснования, этапности внедрения, возможности внесения корректировок, с учетом необходимости. Исследование продемонстрировало, что нивелирование существующих и потенциально возможных институциональных ловушек представляет собой не только организационную, но и стратегически ориентированную задачу, успешное решение которой позволит повысить уровень конкурентоспособности всей национальной безопасности государства, в условиях наличия социально-экономических и организационно-политических вызовов.

Список использованной литературы:

1. *Гольцев А.А., Юркин Н.Г.* К вопросу о совершенствовании кадрового потенциала в войсках национальной гвардии России // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2025. № 2. С. 134–148.
2. *Вертинский К.Д.* Предпосылки и причины кадрового голода в силовых структурах России // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2024. № 12. С. 33–36. DOI: 10.24412/2220-2404-2024-12-2.
3. *Долотова Д.В., Лебедев А.В.* К вопросу о необходимости стимулирования труда сотрудников правоохранительных органов // Право и государство: теория и практика. 2022. № 2 (206). С. 186–189.
4. *Дюдюн Т.Ю., Меньших А.Н.* Мотивационный процесс и элементы системы стимулирования как актуализированный аспект в деятельности сотрудников ГИБДД ГУ МВД России (на примере 7 батальона 2 полка ДПС (Южный)) // Вестник науки и образования. 2025. № 4 (159)-1. С. 57–64.
5. *Кушхова А.А., Ашуриллаев С.М.* Современные проблемы совершенствования кадрового потенциала органов внутренних дел // Естественно-гуманитарные исследования. 2025. № 3 (59). С. 267–269.

6. Грачев А.В., Борина Л.В. Взгляд на проблему кадровой обеспеченности подразделений МВД России через призму экономических законов и парадоксов // Криминологический журнал. 2024. № 4. С. 240-246. DOI: 10.24412/2687-0185-2024-4-240-246.
7. Остроухов Д.О., Котенев А.Д. Кадровая составляющая деятельности МВД России: экономическая сущность, проблемы реализации, инструменты реализации // Вестник Керченского государственного морского университета. 2026. № 1. С. 127-136.
8. Котенев А.Д., Оразалиев А.А., Крыжевская Н.Н. Инструментарий обеспечения кадровой безопасности органов внутренних дел России // Вестник Керченского государственного морского университета. 2024. № 1. С. 123-129.
9. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М. 1997. 180 с.
10. Остроухов Д.О., Котенев А.Д. Кадровая составляющая деятельности МВД России: экономическая сущность, проблемы реализации, инструменты обеспечения // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2026. № 1. С. 127-136.

References:

1. Gol'tsev A.A., Yurkin N.G. K voprosu o sovershenstvovanii kadrovogo potentsiala v voyskakh natsional'noy gvardii Rossii [On the Issue of Improving Personnel Potential in the National Guard Troops of Russia]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Gumanitarnyye i obshchestvennyye nauki* [Bulletin of Perm State Humanitarian Pedagogical University. Series: Humanities and Social Sciences], 2025, no. 2, pp. 134–148. (In Russian).
2. Vertinskiy K.D. Predposylki i prichiny kadrovogo goloda v silovykh strukturakh Rossii [Prerequisites and causes of the personnel shortage in Russia's security agencies]. *Gumanitarnyye, sotsial'no-ekonomicheskiye i obshchestvennyye nauki* [Humanities, Socio-Economic and Social Sciences], 2024, no. 12, pp. 33-36. (In Russian). DOI: 10.24412/2220-2404-2024-12-2.
3. Dolotova D.V., Lebedev A.V. K voprosu o neobkhodimosti stimulirovaniya truda sotrudnikov pravookhranitel'nykh organov [On the Necessity of Incentivizing the Work of Law Enforcement Personnel]. *Pravo i gosudarstvo: teoriya i praktika* [Law and State: Theory and Practice], 2022, no. 2 (206), pp. 186-189. (In Russian).
4. Dyudyun T.YU., Men'shikh A.N. Motivatsionnyy protsess i elementy sistemy stimulirovaniya kak aktualizirovannyi aspekt v deyatel'nosti sotrudnikov GIBDD GU MVD Rossii (na primere 7 batal'ona 2 polka DPS (Yuzhnyy)) [The motivational process and elements of the incentive system as a relevant aspect of the activities of State Traffic Safety Inspectorate (GIBDD) personnel within the Main Directorate of the Russian Interior Ministry (a case study of the 7th Battalion of the 2nd Traffic Police Regiment (Southern))]. *Vestnik nauki i obrazovaniya* [Bulletin of Science and Education], 2025, no. 4 (159)-1, pp. 57-64. (In Russian).
5. Kushkhova A.A., Ashurilayev S.M. Sovremennyye problemy sovershenstvovaniya kadrovogo potentsiala organov vnutrennikh del [Modern problems of enhancing the personnel potential of internal affairs agencies]. *Yestestvenno-gumanitarnyye issledovaniya* [Natural Science and Humanities Research], 2025, no. 3 (59), pp. 267-269. (In Russian).
6. Grachev A.V., Borina L.V. Vzglyad na problemu kadrovoy obespechennosti podrazdeleniy MVD Rossii cherez prizmu ekonomicheskikh zakonov i paradoksov [A Perspective on the Staffing Issue in Russian Interior Ministry Units through the Prism of Economic Laws and Paradoxes]. *Kriminologicheskii zhurnal* [Criminological Journal], 2024, no. 4, pp. 240-246. (In Russian). DOI: 10.24412/2687-0185-2024-4-240-246.
7. Ostroukhov D.O., Kotenev A.D. Kadrovaya sostavlyayushchaya deyatel'nosti MVD Rossii: ekonomicheskaya sushchnost', problemy realizatsii, instrumenty realizatsii [The personnel

component of the Russian Interior Ministry's activities: economic essence, implementation challenges, and implementation tools]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime University], 2026, no. 1, pp. 127-136. (In Russian).

8. Kotenev A.D., Orazaliyev A.A., Kryzhevskaya N.N. Instrumentariy obespecheniya kadrovoy bezopasnosti organov vnutrennikh del Rossii [Tools for Ensuring Personnel Security in Russian Internal Affairs Agencies]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime University], 2024, no. 1, pp. 123-129. (In Russian).
9. Nort D. *Instituty, institutsional'nyye izmeneniya i funktsionirovaniye ekonomiki* [Institutions, Institutional Change and Economic Performance]. Moscow, 1997, 180 p.
10. Ostroukhov D.O., Kotenev A.D. Kadrovaya sostavlyayushchaya deyatel'nosti MVD Rossii: ekonomicheskaya sushchnost', problemy realizatsii, instrumenty obespecheniya [The personnel component of the Russian Interior Ministry's activities: economic essence, implementation challenges, and support tools]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Maritime Technological University], 2026, no. 1, pp. 127-136. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

**Крыжевская
Наталья Николаевна**

канд. психол. наук, доцент, доцент кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин
Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД
России
355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 43

Kryjevskaya
Natalya Nikolaevna

Ph.D. (Psychol.), Associate professor of the Department of social, economic and humanitarian disciplines
Stavropol Branch of the Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of Russia
355000, Stavropol, Kulakov ave., 43

**Жикривецкая
Юлия Владимировна**

канд. филос. наук, доцент, доцент кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин
Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД
России
355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 43

Zhikrivetskaya
Yuliya Vladimirovna

Ph.D. (Philos.), Associate professor of the Department of social, economic and humanitarian disciplines
Stavropol Branch of the Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of Russia
355000, Stavropol, Kulakov ave., 43

УДК 004.8:339.138

Кураш М.А., Пятаченко А.М.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО МАРКЕТИНГА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация. В сфере маркетинга произошла эволюция в сторону более сложных и персонализированных взаимодействий с потребителями, которая потребовала смещения фокуса с простых показателей эффективности кампаний на глубинные причины, определяющие поведение потребителей. Традиционные модели уже не учитывают весь сложный путь, который проходит потребитель от первого знакомства с брендом до совершения покупки или проявления лояльности. Внедрение искусственного интеллекта в маркетинговую деятельность предприятий открывает большие перспективы. В данной статье проведен анализ категории «искусственный интеллект», изучено его влияние на различные сферы экономики государства, а также обозначена его роль в реализации маркетинговой стратегии предприятия. Предложены авторские понятия категорий «искусственный интеллект» и «инновационный маркетинг предприятия». Доказана роль внедрения инноваций в деятельность предприятия и авторами предложена часть алгоритма отбора реализованных товаров предприятия. Доказано, что внедрение искусственного интеллекта в деятельность предприятий открывает огромные возможности для индустрии рекламы и маркетинга.

Ключевые слова: искусственный интеллект, инновационный маркетинг предприятия, цифровой маркетинг, рекламные кампании, потребитель.

Kurash M.A., Piatachenko A.M.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE MARKETING IN THE ENTERPRISE

Abstract. In the field of marketing, there has been an evolution towards more complex and personalized interactions with consumers, which has required a shift in focus from simple campaign performance indicators to the underlying causes that determine consumer behavior. Traditional models no longer take into account the entire difficult path that a consumer goes through from the first acquaintance with a brand to making a purchase or showing loyalty. The introduction of artificial intelligence into the marketing activities of enterprises opens up great prospects. This article analyzes the category of «artificial intelligence», examines its impact on various sectors of the state economy, and outlines its role in the implementation of the company's marketing strategy. The author's concepts of the categories «artificial intelligence» and «innovative enterprise marketing» are proposed. The role of introducing innovations into the company's activities is proved, and the authors propose a part of the algorithm for selecting the company's sold goods. It has been proven that the introduction of artificial intelligence into the activities of enterprises opens up huge opportunities for the advertising and marketing industry.

Keywords: artificial intelligence, innovative enterprise marketing, digital marketing, advertising campaigns, consumer.

Введение. Инновационные технологии привели к форсайту развития цифровой экономики и быстрых глобализационных процессов, так как неразрывно связаны с необходимостью их внедрения в современной жизни. Инновационные экосистемы способствовали созданию условий для стремительного инновационного развития экономики. В современном мире все больше внимания уделяется использованию эволюционных подходов к анализу явлений и процессов в экономике. Изменение среды в которой функционирует маркетинг создает условия не просто для появления новых инструментов, видов и коммуникаций маркетинга, но и формирует новые подходы к управлению маркетингом предприятия, трансформируясь в понятие «инновационный маркетинг». Для цифровой

экономики с позиции управления маркетингом важным фактором является появление цифровых платформ и формирование на их основе экосистем, которые не только изменили способы организации и осуществления маркетинговой деятельности, но и доказали неэффективность уже существующих моделей маркетинговых коммуникаций. Расширение круга потенциальных участников экосистемы открывает инновационные возможности и их быструю реализацию, поэтому платформы и экосистемы бизнеса благодаря их специфике становятся драйверами инновационного развития. С появлением сквозных и цифровых технологий наблюдается общая тенденция цифровизации и цифровой трансформации отраслей, видов экономической деятельности, то есть акцент смещается к открытым маркетинговым инновациям, основанных на кооперации и взаимодействии на всех этапах инновационного процесса, поэтому возникает необходимость изучать маркетинг в инновационной экосистеме, который видоизменяется и соответственно адаптируется под новые реалии современности.

Целью исследования является совершенствование теоретико-методологических положений и обоснование научно-методических основ по функционированию маркетинга в инновационной экосистеме е-торговли, а также предложение авторских понятий «искусственный интеллект» и «инновационный маркетинг предприятия».

Материалы и методы исследования. Вопросами внедрения технологий искусственного интеллекта в различные сферы жизнедеятельности человека занимались отечественные и зарубежные ученые: И.Р. Бегишев и З.И. Хисамов [1], Н.Н. Давидчук [2], Е.В. Мейдер [3], М.В. Миньковская [4], А.М. Пятаченко [5], В.Н. Синельникова и О. В. Ревинский [6], Эми Уэбб [7] и другие. И.Р. Бегишев и З.И. Хисамов определяют искусственный интеллект как «когнитивно-интеллектуальную и адаптивно-автономную систему, наделённую способностями к осознанно-волевому поведению, позволяющую имитировать деятельность нейронов и нейронных сетей человеческого мозга посредством обработки информации, поступающей из окружающей среды» [1]. Н.Н. Давидчук определяет искусственный интеллект (ИИ) как технологию, позволяющую системам имитировать человеческий интеллект, учиться на данных и принимать автономные решения. Это определение акцентирует ключевые аспекты ИИ: способность к имитации интеллектуальной деятельности, обучение на основе данных и автономность в принятии решений [2]. Е.В. Мейдер в контексте сферы услуг ИИ рассматривает как инструмент для автоматизации процессов, улучшения качества обслуживания клиентов и оптимизации предоставления услуг. Его можно применять для обработки естественного языка, создания чат-ботов и виртуальных помощников, а также для прогнозной аналитики [3]. М.В. Миньковская акцентирует внимание на практическом использовании ИИ для прогнозирования деятельности предприятий, автоматизации процессов и цифровой трансформации бизнеса. В этом контексте ИИ выступает инструментом для решения конкретных задач [4]. А.М. Пятаченко рассматривает искусственный интеллект в перечне технологий, оказывающих влияние на экономику, наряду с аналитикой больших данных, облачными вычислениями и другими современными инструментами инноваций [5]. В.Н. Синельникова и О.В. Ревинский понимают под искусственным интеллектом «компьютерную программу, созданную человеком и способную (в силу заложенной в неё командной архитектуры) создавать новую информацию или объективно выраженные результаты своей деятельности» [6]. Эми Уэбб профессор Нью-Йоркского университета, определяет искусственный интеллект как «выполнение компьютером действий, для которых обычно требуется человеческий интеллект». Это определение акцентирует внимание на способности машин выполнять задачи, традиционно ассоциируемые с интеллектуальной деятельностью человека [7]. Н.О. Никитин, доцент факультета цифровых трансформаций и по совместительству, руководитель группы научно-технического развития лаборатории композитного искусственного интеллекта описывает ИИ через призму автоматизации научного процесса, а именно «как набор методов (машинное обучение, LLM-агенты, мультиагентные системы), которые помогают учёным решать прикладные задачи: от настройки гидрометеорологических моделей до разработки химических соединений» [8].

Авторами применялись методы компаративного анализа, что позволило изучить сущность понятия «искусственный интеллект» и на основании этого предложено авторское видение предмета. Применялся метод ИИ-моделирования – для построения алгоритма отбора реализованных товаров за год, а также метод категоризации, применение которого легло в основу изучения сфер деятельности предприятий для внедрения ИИ.

Результаты исследования и их обсуждение. ИТ-индустрия достигла стадии, когда развитие, кажется, замедляется, а инновации сосредоточены на совершенствовании существующих технологий. Но на самом деле происходит революция в технологическом процессе: как зарождается идея, разрабатывается и работает программное обеспечение. Элементы ИИ все чаще используются для разработки и совершенствования программного обеспечения. Он открывает много новых возможностей и направлений развития в взаимодействия с пользователями и их средой, позволяет оптимизировать бизнес-операции, снизить затраты, создать конкурентные преимущества и освободить людей от механических задач.

Искусственный интеллект – это всеобъемлющее понятие, включающее множество направлений, методов, инструментов, алгоритмов и систем. В числе основных его направлений выделим такие: наука о данных, машинное обучение, глубинное обучение, нейронные сети, идентификация объектов, компьютерное зрение, распознавание лиц.

Обобщая вышеприведенные понятия [1–8], можно утверждать, что ИИ – это драйвер технологического прогресса, а естественной сферой его применения является цифровой рынок. Именно здесь алгоритмы машинного обучения и автоматизации раскрывают свой потенциал, трансформируя способы взаимодействия, анализа данных и создания новых экономических моделей.

Диджитал-рынок развивается стремительными темпами, в состав которого входят облачные сервисы, платформы интернет-вещей, вендорное оборудование, разработчики программного обеспечения, поставщики сервисов и услуг подключения. Технология, которая создает эффекты присутствия, – это способ объединить физический и цифровой миры для создания эффектов реального мира e-пользователям. Благодаря быстрому развитию цифровых нововведений, инновации уже появляются на предприятиях и используются во многих отраслях промышленности, таких как строительство и дизайн, автомобилестроение, производство, логистика.

Программы ИИ охватывают огромное количество отраслей, включая здравоохранение, образование, финансы, СМИ и особенно маркетинг.

Компания McKinsey прогнозирует динамичное развитие рынка искусственного интеллекта и оценивает ее объем к 2030 году в 13 трлн дол. [9]. Представим статистические данные развития мирового рынка ИИ (рис. 1.).

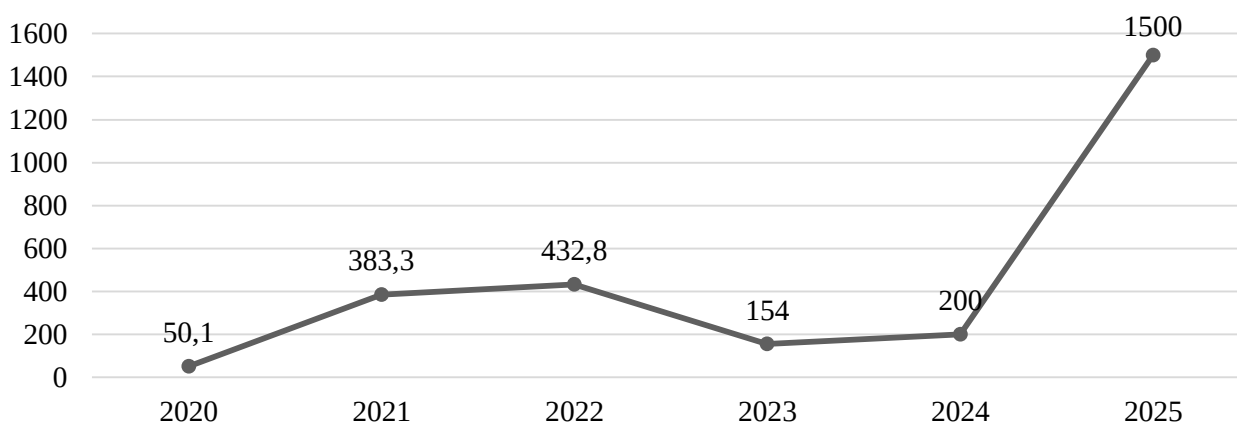


Рисунок 1 – Динамика развития мирового рынка ИИ, млрд дол.
Источник: составлено авторами на основании источника [10]

Ожидается, что прорывные технологии, в частности ИИ, решат многие социальные проблемы, связанные с удовлетворением базовых потребностей человека. Появление новых сегментов обусловлено динамикой развития творчества и видоизменением сфер досуга людей, что создаст новые виды спроса на нетипичные товары и услуги [10].

Роботам-авторам с ИИ, таким как GPT-4 (Generative Pretrained transformer) от OpenAI, требуется несколько секунд для создания текста, который выглядит так, будто его написал человек. Данные элементы программ на сегодняшний день применяются в цифровом маркетинге предприятий. Инструменты цифрового маркетинга позволяют не только в кратчайшие сроки обработать большие данные, но и сгенерировать модели поведенческих продаж предприятия, предлагая вариации стратегического развития. Используя алгоритмы ИИ, представим часть алгоритма отбора реализованных товаров торгового предприятия за год:

```
SELECT TOP 10 SUM(sale_total) AS total_sales FROM sales WHERE  
sale_date > DATEADD(day, -365, GETDATE()) GROUP BY item_id
```

Рисунок 2 – Алгоритм отбора реализованных товаров за год
Источник: обработано авторами

От перфокарт до клавиатур, мышек и сенсорных экранов технологии взаимодействия человека и машинных инноваций претерпели значительные изменения, и каждое изменение упрощало использование вычислительных ресурсов и мощностей. За революцией в цифровых помощниках и других разговорных интерфейсах стоит обработка и генерация естественного языка (NLP/NLG), две ветви машинного обучения, которые предполагают превращение человеческой речи в компьютерные команды и наоборот. NLP и NLG устранили многие барьеры между людьми и компьютерами, не только позволяя им понимать и взаимодействовать друг с другом, но также создавая новые возможности для повышения человеческого интеллекта и выполнения задач, которые раньше были невозможными.

Инновации очень важны в сфере маркетинга, поскольку целая индустрия торговли товаров и услуг зависит от развития технологий. ИИ не представляет угрозы для общества, а является инструментом для достижения желаемых результатов. Применение ИИ в маркетинге позволяет уменьшить время на выполнение задач, оптимизировать затраты и улучшить работу с большим массивом данных.

Использование ИИ в маркетинге в России пока находится на низком уровне, так как для этого требуются индивидуальные человеческие способности, в том числе, креативность и нестандартный подход к решению задач, что предполагает собой комплексное и сложное обучение всем целевым задачам и профессиональным компетенциям. ИИ стал полезным инструментом, который помогает справляться со сложными задачами при проведении эффективных маркетинговых кампаний, для разработки индивидуальных маркетинговых стратегий, чтобы охватить целевую аудиторию в нужном месте и идеально подобранном времени, по применению действенных тактик.

Технология ИИ ChatGPT произвела революцию в рекламе, вовлекая клиентов в открытые диалоги. Благодаря персонализированным рекомендациям, поддержке и наставлениям ИИ, произошло улучшение во взаимодействии с потребителями на основе укрепления доверия и влияния на долгосрочные отношения между брендами, их клиентами и другими контрагентами.

На сегодняшний день предлагается четыре темы, которые возникли как ключевые области применения ИИ в рекламе: программная реклама и автоматизация, рекламное планирование и участие, эффективность рекламы и доверие к рекламе ИИ. Огромный потенциал персонализации можно объяснить управляемым искусственным интеллектом в изменении поведения потребителей, согласовании рекламы с общественными ценностями и заботой об окружающей среде; однако, существуют и внутренние ограничения, такие как: динамический характер потребительских предпочтений и этические соображения, связанные

с использованием данных в персонализированной рекламе. Самыми популярными сферами применения ИИ в рекламе являются: сбор данных, проблемы конфиденциальности и инновационные методы анализа данных. Этические соображения, включая конфиденциальность данных и предвзятость в алгоритмах искусственного интеллекта, становятся ключевыми для поддержания доверия потребителей. Поэтому важно определить перспективные направления применения ИИ в инновационном маркетинге, а именно в системе интегрированных маркетинговых коммуникаций: реклама (SMM), PR, стимулирование сбыта и директ-маркетинг.

Таблица 1 – Сферы деятельности предприятий для внедрения ИИ и необходимый уровень маркетинга

Сферы применения искусственного интеллекта в рекламе	Сфера деятельности предприятия	Уровень маркетинга
Анализ рекламных кампаний	Рекламные и маркетинговые агентства, опытные маркетологи и специалисты по рекламе	Базовый, продвинутый, профессиональный
Адаптация мультимедийной рекламы на профильных площадках	Поисковые системы, сервисы для рекламы	Профессиональный, оптимизированный
Синтез пользовательских токенов (оптимизация ключевых слов и заголовка текста с целью быстрого поиска)	Разработчики программных продуктов	
Оптическое распознавание символов	Поисковые системы, специальные службы	
Развитие рынка интернет-вещей (IoT)	Производители оборудования, разработчики программного обеспечение	
Генерирование рекламных макетов, графических элементов, аудио- и видеоконтента	Графические и веб-дизайнеры, моушндизайнеры, контент-мейкеры	Начальный, базовый, продвинутый, профессиональный, оптимизированный
Создание виртуальных актеров для рекламных роликов	Контент-мейкеры, продакшн-студии	Профессиональный, оптимизированный
Использование графических программ с элементами ИИ	Графические и веб-дизайнеры, моушндизайнеры, контент-мейкеры	Начальный, базовый, продвинутый, профессиональный, оптимизированный
Внедрение виртуальной / дополненной реальности	Производители оборудования, разработчики программного обеспечение	Профессиональный, оптимизированный
Анализ реакций аудитории на рекламную кампанию	Все сферы деятельности	Начальный, базовый, продвинутый, профессиональный, оптимизированный
Имплементация голосового ассистента		Профессиональный, оптимизированный
Применение ремаркетинга/ ретаргетинга		Начальный, базовый, продвинутый, профессиональный, оптимизированный
Демонстрация предмета в различных контекстах	Специальные сервисы	Профессиональный, оптимизированный
Агрегирование автоматизированного анализатора	Рекламные и маркетинговые агентства, опытные маркетологи и специалисты по рекламе	

Источник: составлено авторами

Для внедрения ИИ в рекламную деятельность предприятия по большей части нужно иметь профессиональный или оптимизированный уровни цифрового маркетинга. Многие области рекламы, в которых используется ИИ, наиболее привлекательны и особенно влияют на конверсии пользователей сети [11]. Создание рекламных макетов, графических элементов, аудио- и видеоконтента (0,58 %) занимает вторую позицию в звене важности рабочих процессов. Низкие результаты получили следующие функции ИИ: «создание виртуальных актеров для рекламных роликов» (0,12 %) и «оптическое распознавание символов» (0,06 %), однако, на наш взгляд, это вопрос времени относительно актуальности и популярности использования данных доработок. PR является определяющим инструментом для продвижения бренда в сети Интернет, профильные статьи являются действенным каналом привлечения новых пользователей на сайт или социальные сети. Учитывая возможности ИИ в сфере PR, стоит выделить такие важные функции: генерация метаданных для статей (0,9 %), разработка целевых страниц (0,85 %) и написание статей (0,76 %). Автоматизация этих процессов может повлиять на повышение конкуренции в данном секторе и будет способствовать повышению уровня привлечения высококвалифицированных специалистов для проверки результатов работы ИИ.

Сравнивая коэффициент весомости сфер деятельности, аналитическая деятельность является более важной в рекламной деятельности, чем в PR. Работа с контентом является неотъемлемой частью работы пиарщика, поэтому и больше внимания уделяется данному показателю. Развитие новейших технологий преобладает в PR-деятельности, так как имеется больший инструментарий функций ИИ в этой сфере.

Генеративные инструменты ИИ стимулируют человеческое творчество. Инструменты на основе ИИ могут быть ценным бизнес-активом для профессионалов в этой области коммуникаций, поскольку способны выполнять задачи, которые требуют временных затрат. ИИ доказал эффективность в проведении исследований и обеспечении желаемых результатов.

Что касается возможностей ИИ в сфере рекламы в социальных сетях, то стоит выделить следующие важные функции: сбор данных (0,82 %) и активности в социальных сетях (0,77 %), учитывая, что алгоритмы BIG и FB основаны на функциях ИИ. Коэффициент важности маркетинговых процессов в социальных сетях составляет: аналитическая деятельность – 0,45 %, работа с контентом – 0,35 % и развитие новейших технологий – 0,2 %. Недооцененными являются следующие функции ИИ: генерация хэштегов (0,14 %) и перевод видео на цифровые платформы (0,22 %), которые не влияют непосредственно на конверсии, но именно с помощью хэштегов и субтитров на видео пользователь переходит на профиль в социальных сетях. Прямые электронные коммуникации с потребителями – очень важный канал продаж; стоит выделить персонализированную связь за счет чат-ботов (1,67 %) как один из весомых механизмов поддержки непрерывного взаимодействия с пользователями и осуществлении фильтрации целевых действий потребителей. Автоматические ответы на письма (0,5 %) хоть и полезная функция ИИ, но не имеет никакого смысла для использования в рамках увеличения конверсий. ИИ больше всего задействован в процессах генерации рекламы.

Современные информационные технологии способствовали видоизменению инновационного маркетинга в интерактивной среде за счет улучшения инструментов инновационного маркетинга, от которых зависит успешность инновационного проекта. Инновационный маркетинг предприятия представляет собой концепцию управления предприятием, при которой компания использует новаторские идеи, технологии и методы для создания, продвижения и поддержки уникальных продуктов, услуг или бизнес-моделей. Его цель – не только удовлетворение существующих потребностей рынка, но и формирование новых, а также повышение конкурентоспособности предприятия за счёт постоянного совершенствования и внедрения инноваций.

Выводы. Процесс внедрения инноваций в сфере маркетинга основывается на налаживании управления инновационным процессом (включает анализ возможностей и угроз, генерацию идей инноваций, выбор и оценку идей, разработку прототипа продукта и его

тестирование, анализ рынка, формирование маркетинговой стратегии, оценка инновационного потенциала и производство продукта, применение пробного маркетинга) и настройке уровня организационной культуры предприятия, что характеризуется интеграцией субъектов инновационной экосистемы в единую инфраиндустрию на основе учета философии как одной из доминирующих стратегий ведения бизнеса. Доказано, что инновационный процесс является составляющей жизненного цикла инноваций, осуществляемой на этапе разработки, а инновационный цикл характеризуется периодичностью проведения на стадиях разработки и вывода на рынок.

В основе инновационного развития предприятий экосистемы е-торговли положена концепция инновационного маркетинга, зависящая от таких факторов: рыночных условий и его миссии, степени насыщенности рынка, особенностей взаимодействий ключевых заинтересованных сторон, общих рыночных ориентиров предприятия, внешних и внутренних факторов маркетинговой среды. Перспективным направлением маркетинговых коммуникаций в социальных сетях для предприятия является имплементация модулей искусственного интеллекта в маркетинговую операционную работу, учитывая круговое путешествие е-пользователя (охват, привлечение, конверсии, лояльность) и применение А/В-тестирования, позволяющего проверить привлекательность рекламных текстов, которые, в отличие от существующих, учитывают принципы адаптивности, конвергенции, кастомизации в системе инновационной экосистемы электронной торговли и разделение моделей маркетинговых электронных коммуникаций на оффлайн и онлайн.

Список использованной литературы:

1. Буздов Т. М. Понятие и признаки искусственного интеллекта: эволюция научной мысли // Молодой ученый. 2025. № 37 (588). С. 71–74.
2. Давидчук Н. Н., Биба Е.В. Цифровизация экономики: смена парадигмы маркетингового инструментария // Вести Автомобильно-дорожного института. 2021. № 4 (39). С. 60–65.
3. Давидчук Н. Н., Мейдер Е.В. Тенденции развития сферы услуг в условиях цифровизации экономики // Торговля и рынок. 2023. Т. 2. № 4 (68). С. 120–125.
4. Миньковская М. В., Пятаченко А.М. Цифровая адаптация малого бизнеса к современным условиям развития экономики с помощью внедрения методов искусственного интеллекта // Проблемы искусственного интеллекта. 2024. № 2 (33). С. 45–58. DOI: 10.24412/2413-7383-2024-2-45-58.
5. Пятаченко А. М. Влияние цифровой трансформации на предприятия малого бизнеса // Тенденции и перспективы развития финансов в условиях цифровизации: Материалы II Международной научно-практической интернет-конференции, Донецк, 19 февраля 2025 года. Донецк: ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 2025. С. 260–262.
6. Арзамасов Ю. Г. Комплексный подход к определению искусственного интеллекта // Вестник ВГУ. Серия: Право. 2022. № 3 (50). С. 242–262.
7. Понятие искусственного интеллекта и его отражение в зарубежном законодательстве. URL: <https://rep.vsu.by/bitstream/123456789/38473/1/47-48.pdf>. (дата обращения: 07.07.2026).
8. Николай Никитин, лидер «Научного опенсорса» Университета ИТМО: чем open source может помочь ученым. URL: <https://habr.com/ru/articles/876770/?ysclid=mtk02w15f621532637> (дата обращения: 07.07.2026).
9. Искусственный интеллект: глобальные прогнозы и перспективы развития. URL: <https://sky.pro/wiki/analytics/iskusstvennyj-intellekt-globalnye-prognozy-i-perspektivy-razvitiya/> (дата обращения: 07.07.2026).
10. Развитие мирового рынка ИИ. URL: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/artificial-intelligence-market-1139> (дата обращения: 07.07.2026).

11. Прилепская Ю. В., Никитюк Е. В. Цифровая экосистема как фактор повышения конкурентоспособности предприятия на принципах устойчивости // Стратегия предприятия в контексте повышения его конкурентоспособности. 2025. № 14. С. 385–390.

References:

1. Buzdov T. M. Ponyatiye i priznaki iskusstvennogo intellekta: evolyutsiya nauchnoy mysli [The concept and characteristics of artificial intelligence: the evolution of scientific thought]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2025, no. 37 (588), pp. 71–74. (In Russian).
2. Davidchuk N. N., Biba Ye.V. Tsifrovizatsiya ekonomiki: smena paradigmy marketingovogo instrumentariya [Digitalization of the Economy: A Paradigm Shift in Marketing Tools]. *Vesti Avtomobil'no-dorozhnogo instituta* [News of the Automobile and Road Institute], 2021, no. 4(39), pp. 60–65. (In Russian).
3. Davidchuk N. N., Meyder Ye.V. Tendentsii razvitiya sfery uslug v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki [Trends in the development of the service sector in the context of digitalization of the economy]. *Torgovlya i rynek* [Trade and Market], 2023, vol. 2, no. 4 (68), pp. 120–125. (In Russian).
4. Min'kovskaya M. V., Pyatachenko A.M. Tsifrovaya adaptatsiya malogo biznesa k sovremennym usloviyam razvitiya ekonomiki s pomoshch'yu vnedreniya metodov iskusstvennogo intellekta [Digital adaptation of small business to modern conditions of economic development through the introduction of artificial intelligence methods]. *Problemy iskusstvennogo intellekta* [Problems of artificial intelligence], 2024, no. 2 (33), pp. 45–58. (In Russian). DOI: 10.24412/2413-7383-2024-2-45-58.
5. Pyatachenko A. M. Vliyaniye tsifrovoy transformatsii na predpriyatiya malogo biznesa [The Impact of Digital Transformation on Small Businesses]. *Materialy 2 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii «Tendentsii i perspektivy razvitiya finansov v usloviyakh tsifrovizatsii»* [Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Internet Conference “Trends and Prospects for the Development of Finance in the Context of Digitalization”]. Donetsk, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky Publ., 2025, pp. 260–262. (In Russian).
6. Arzamasov Yu. G. Kompleksnyy podkhod k opredeleniyu iskusstvennogo intellekta [An integrated approach to defining artificial intelligence]. *Vestnik VGU. Seriya: Pravo* [VSU Bulletin. Series: Law], 2022, no. 3 (50), pp. 242–262. (In Russian).
7. Ponyatiye iskusstvennogo intellekta i yego otrazheniye v zarubezhnom zakonodatel'stve [The concept of artificial intelligence and its reflection in foreign legislation]. (In Russian). Available at: <https://rep.vsu.by/bitstream/123456789/38473/1/47-48.pdf> (accessed 07.07.2026).
8. Nikolaj Nikitin, lider «Nauchnogo opensorsa» Universiteta ITMO: chem open source mozhet pomoch' uchenym [Nikolai Nikitin, leader of ITMO University's “Scientific Open Source”: how open source can help scientists]. URL: <https://habr.com/ru/articles/876770/?ysclid=mtk02w15f621532637> (accessed 07.07.2026).
9. *Iskusstvennyy intellekt: global'nyye prognozy i perspektivy razvitiya* [Artificial intelligence: global forecasts and development prospects]. (In Russian). Available at: <https://sky.pro/wiki/analytics/iskusstvennyj-intellekt-globalnye-prognozy-i-perspektivy-razvitiya/> (accessed 07.07.2026).
10. *Razvitie mirovogo rynka II* [Development of the global AI market]. (In Russian). Available at: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/artificial-intelligence-market-1139> (accessed 07.07.2026).
11. Prilepskaya Yu. V., Nikityuk Ye. V. Tsifrovaya ekosistema kak faktor povysheniya konkurentosposobnosti predpriyatiya na printsipakh ustoychivosti [Digital ecosystem as a factor in increasing the competitiveness of an enterprise based on the principles of sustainability]. *Strategiya predpriyatiya v kontekste povysheniya yego konkurentosposobnosti* [Enterprise strategy in the context of increasing its competitiveness], 2025, no. 14, pp. 385–390. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Кураш Мария Александровна	ст. преподаватель кафедры общепрофессиональных дисциплин Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 283001, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 buenamaria@mail.ru
Kurash Maria Aleksandrovna	Senior lecturer of the Department of General Engineering Disciplines Donetsk National University of economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 283001, Donetsk People's Republic, Donetsk, Shchorsa str., 31 buenamaria@mail.ru
Пятаченко Анна Максимовна	доцент кафедры банковского дела Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского 283001, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Щорса, 31 volna0307@mail.ru
Piatachenko Anna Maksimovna	Associate Professor, Department of Banking Donetsk National University of economics and trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky 283001, Donetsk People's Republic, Donetsk, Shchorsa str., 31 volna0307@mail.ru

УДК 005.591.6, 005.332.4, 339.137

Пискун Е.И., Курков А.Д.

МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ ИННОВАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ: КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ И НАПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОНАЛИЗАЦИИ

Аннотация. В статье рассматривается взаимосвязь инновационного управления и конкурентоспособности предприятия. Обосновано, что влияние инновационного управления не следует сводить к прямому воздействию отдельных инноваций на конечные результаты деятельности предприятия. Более корректным является подход, при котором инновационное управление раскрывается через систему механизмов, формирующих промежуточные изменения в производственной, организационной и рыночной деятельности. В качестве таких изменений выделены процессная результативность, продуктовая новизна, кооперационные связи и нематериальные активы. Указанные элементы рассматриваются как узлы концептуальной модели, через которые инновационное управление воздействует на конкурентоспособность по каналам издержек и качества, скорости и гибкости, дифференциации и устойчивости. Предложенная модель позволяет перейти от общего описания роли инновационного управления к более последовательному представлению его влияния через наблюдаемые показатели. Отдельное внимание уделено возможности применения данного подхода при исследовании предприятий виноградарства и виноделия, где конкурентные преимущества формируются под влиянием производственных, институциональных, региональных и рыночных факторов.

Ключевые слова: инновационное управление, конкурентоспособность предприятия, концептуальная модель, наблюдаемые показатели, виноградарство, виноделие.

Piskun E.I., Kurkov A.D.

MECHANISMS OF THE INFLUENCE OF INNOVATION MANAGEMENT ON ENTERPRISE COMPETITIVENESS: A CONCEPTUAL MODEL AND DIRECTIONS FOR REPRESENTATION THROUGH OBSERVABLE INDICATORS

Abstract. The article examines the relationship between innovation management and enterprise competitiveness. It is substantiated that the influence of innovation management should not be reduced to the direct impact of individual innovations on the final results of enterprise activity. A more appropriate approach is proposed, in which innovation management is considered through a system of mechanisms that form intermediate changes in production, organizational and market activities. Process performance, product novelty, cooperative ties and intangible assets are identified as such changes. These elements are considered as nodes of the conceptual model through which innovation management affects competitiveness by means of cost and quality, speed and flexibility, differentiation and resilience. The proposed model makes it possible to move from a general description of the role of innovation management to a more consistent representation of its influence through observable indicators. Special attention is paid to the possibility of applying this approach to the study of enterprises in viticulture and winemaking, where competitive advantages are formed under the influence of production, institutional, regional and market factors.

Keywords: innovation management, enterprise competitiveness, conceptual model, observable indicators, viticulture, winemaking.

Введение. В современных условиях конкурентоспособность предприятия все в меньшей степени может быть объяснена только масштабом производства, ценовыми преимуществами или доступом к традиционным ресурсам. Еще М. Портер рассматривал конкурентное преимущество

через способность предприятия удерживать позицию, позволяющую снижать издержки либо создавать отличительные характеристики продукции [1]. Однако в современных условиях данные направления не могут рассматриваться отдельно от организационных, технологических и институциональных изменений, происходящих внутри предприятия и во внешней среде.

Усиление технологических ограничений, изменение цепочек поставок, рост требований к качеству продукции и нестабильность внешней среды формируют ситуацию, при которой предприятия вынуждены искать более устойчивые источники развития. В таких условиях особое значение приобретает способность не только внедрять отдельные инновации, но и выстраивать систему их поиска, отбора, освоения и последующего использования. Согласно Руководству Осло, инновации могут проявляться не только в продукции, но и в процессах предприятия, что позволяет рассматривать их влияние шире, чем только через появление нового товара на рынке [2].

Инновационное управление в данном случае следует рассматривать как один из факторов формирования долгосрочной конкурентоспособности предприятия. Его значение проявляется в способности предприятия обновлять производственные процессы, совершенствовать продуктовую линейку, развивать кооперационные связи, накапливать нематериальные активы и приспосабливаться к изменению рыночных условий. Данная логика согласуется с ресурсным подходом Дж. Барни, в котором устойчивость конкурентного преимущества связывается с наличием ресурсов, обладающих ценностью, редкостью и трудностью воспроизведения для конкурентов [3].

При этом само наличие инноваций еще не означает автоматического усиления конкурентных позиций. Между управленческими решениями в сфере инновационного развития и конечными результатами деятельности предприятия существует ряд промежуточных звеньев, через которые происходит передача эффекта. Подобный подход близок к концепции динамических способностей Д. Тиса, Г. Пизано и Э. Шуэна, где устойчивое развитие предприятия в изменяющейся среде связывается со способностью перестраивать внутренние и внешние компетенции [4].

Особенно актуальной данная проблема является для сфер хозяйственной деятельности, в которых конкурентные преимущества формируются на пересечении производственных, институциональных, региональных и рыночных факторов. К таким сферам относятся виноградарство и виноделие. Для них характерны зависимость от качества сырьевой базы, длительный производственный цикл, значимость происхождения продукции, необходимость соблюдения требований регулирования и чувствительность к изменениям внешнеэкономической среды. Ранее виноградно-винодельческий комплекс рассматривался как важный элемент развития отдельных регионов, влияющий на занятость населения, региональную экономику, наполнение бюджетов и экспортный потенциал [5].

Вместе с тем в научной литературе связь инновационного управления и конкурентоспособности предприятия нередко рассматривается либо через общие теоретические положения, либо через отдельные показатели инновационной активности. Такой подход не всегда позволяет проследить, за счет каких именно механизмов инновационное управление преобразуется в конкурентные преимущества. Р.А. Фатхутдинов подчеркивает системный характер инновационного управления и необходимость рассмотрения инноваций во взаимосвязи с ресурсами, процессами и результатами предприятия [6]. Следовательно, требуется модель, позволяющая связать управленческие механизмы, промежуточные результаты и итоговые проявления конкурентоспособности в единую логическую систему.

В рамках настоящей статьи предлагается рассматривать влияние инновационного управления на конкурентоспособность предприятия через последовательность «механизмы – узлы – каналы – проявления конкурентоспособности». Такой подход позволяет избежать упрощения, при котором любая инновация автоматически трактуется как источник

конкурентного преимущества. Значение имеет не только сам факт внедрения изменений, но и то, каким образом они закрепляются в деятельности предприятия и через какие направления воздействуют на его конкурентное положение.

Целью исследования является разработка концептуальной модели влияния инновационного управления на конкурентоспособность предприятия и определение основных направлений ее представления через наблюдаемые показатели.

Для достижения указанной цели в статье поставлены следующие **задачи**:

1. уточнить логику взаимосвязи инновационного управления и конкурентоспособности предприятия;
2. выделить основные механизмы влияния инновационного управления;
3. определить промежуточные узлы, в которых закрепляются результаты такого влияния;
4. раскрыть каналы передачи эффекта к проявлениям конкурентоспособности;
5. показать возможность представления предложенной модели через наблюдаемые показатели.

Материалы и методы исследования. Материалами исследования послужили научные публикации, посвященные вопросам конкурентоспособности предприятия, инновационного управления, инновационного развития и формирования устойчивых конкурентных преимуществ. Кроме того, использованы нормативные и информационно-аналитические материалы, отражающие особенности функционирования виноградно-винодельческого комплекса, а также ранее полученные результаты исследования тенденций развития виноградарства и виноделия в Российской Федерации [5].

Критический анализ научной литературы позволяет выделить несколько подходов к объяснению конкурентоспособности предприятия. Рыночный подход М. Портера раскрывает конкурентное преимущество через издержки и дифференциацию [1]. Ресурсный подход Дж. Барни связывает устойчивость конкурентного преимущества с наличием ценных, редких и трудно воспроизводимых ресурсов [3]. Концепция динамических способностей Д. Тиса, Г. Пизано и Э. Шуэна делает акцент на способности предприятия перестраивать внутренние и внешние компетенции в условиях изменения внешней среды [4]. Руководство Осло расширяет понимание инноваций, рассматривая их не только через продукцию, но и через процессы предприятия [2].

Указанные подходы имеют важное значение для настоящего исследования, поскольку позволяют рассматривать конкурентоспособность как результат рыночного положения, качества ресурсов, способности к изменениям и инновационного развития. Вместе с тем каждый из них имеет ограничение для решения поставленной задачи. Рыночный подход недостаточно раскрывает внутренний механизм формирования конкурентных преимуществ. Ресурсный подход показывает значение ресурсов, но не всегда объясняет, каким образом управленческие решения преобразуют их в наблюдаемые результаты. Концепция динамических способностей подчеркивает значение приспособления к изменениям, однако требует конкретизации промежуточных звеньев между управленческим воздействием и проявлениями конкурентоспособности. Подход Руководства Осло важен для определения инноваций, но сам по себе не раскрывает логику их влияния на конкурентоспособность предприятия.

В отечественной литературе вопросы инновационного управления и конкурентоспособности также рассматриваются достаточно широко. Р.А. Фатхутдинов подчеркивает системный характер инновационного управления и необходимость рассмотрения инноваций во взаимосвязи с ресурсами, процессами и результатами предприятия [6]. В работах отечественных авторов, посвященных конкурентоспособности предприятий, особое внимание уделяется качеству продукции, эффективности использования ресурсов, инвестиционной активности, уровню технологического развития и способности предприятия занимать устойчивое положение на рынке [7; 8]. Вместе с тем известные подходы часто рассматривают инновационное развитие и конкурентоспособность параллельно, без достаточного раскрытия логической

цепочки между управленческими воздействиями и итоговыми конкурентными результатами.

Отдельное значение для исследования имеют публикации, посвященные развитию виноградарства, виноделия и виноградно-винодельческого комплекса. Ранее было показано, что данный комплекс имеет существенное значение для отдельных регионов Российской Федерации, поскольку связан с занятостью населения, развитием региональной экономики, наполнением бюджетов и экспортным потенциалом [5]. В исследованиях, посвященных предприятиям виноделия, также отмечается необходимость повышения качества продукции, технологического обновления и формирования устойчивых конкурентных позиций на внутреннем рынке [9]. Нормативное регулирование виноградарства и виноделия задает особые условия развития комплекса, поскольку закрепляет требования к производству, происхождению и обороту винодельческой продукции [10].

С учетом рассмотренных положений метод исследования должен отвечать нескольким требованиям. Он должен учитывать многоаспектный характер конкурентоспособности предприятия; рассматривать инновационное управление как систему управленческих воздействий, а не как единичное действие; раскрывать промежуточные звенья между инновационным управлением и конкурентоспособностью; обеспечивать возможность дальнейшего перехода к наблюдаемым показателям.

Для решения поставленной задачи использован структурно-логический метод исследования. Его применение позволяет последовательно выделить механизмы влияния инновационного управления, определить промежуточные узлы, раскрыть каналы передачи эффекта и связать их с проявлениями конкурентоспособности предприятия. Дополнительно применялись метод научного обобщения, сравнительный анализ, табличный и графический методы. Метод научного обобщения использовался для систематизации существующих подходов, сравнительный анализ – для выявления их ограничений, табличный и графический методы – для наглядного представления элементов предлагаемой модели.

Научная новизна применяемого подхода заключается в том, что влияние инновационного управления на конкурентоспособность предприятия рассматривается не как прямая связь «инновации – результат», а как последовательность «механизмы – узлы – каналы – проявления конкурентоспособности». В отличие от подходов, в которых инновационная активность сопоставляется преимущественно с итоговыми показателями деятельности предприятия, предлагаемая модель позволяет выделить промежуточные результаты, через которые управленческие решения в сфере инновационного развития могут преобразовываться в конкурентные преимущества.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенный анализ показывает, что влияние инновационного управления на конкурентоспособность предприятия целесообразно рассматривать не как прямую связь между внедрением инноваций и итоговым рыночным результатом, а как последовательный процесс формирования конкурентных преимуществ. Данное положение имеет принципиальное значение, поскольку в противном случае инновации могут ошибочно отождествляться с любыми изменениями в деятельности предприятия, независимо от того, приводят ли они к устойчивому улучшению его положения.

В классическом понимании инновация связана с появлением новых комбинаций в хозяйственной деятельности. Й. Шумпетер рассматривал развитие как процесс, основанный на новых сочетаниях факторов производства, новых продуктах, новых рынках и новых способах организации [11]. Для настоящего исследования важно, что инновация в таком понимании не ограничивается только техническим изменением. Она может затрагивать организацию производства, структуру взаимодействия с рынком, способы использования ресурсов и построение связей с другими участниками хозяйственной системы.

С учетом рассмотренных теоретических подходов в статье предлагается выделить четыре основных блока концептуальной модели: механизмы влияния, промежуточные узлы, каналы

передачи эффекта и проявления конкурентоспособности. Механизмы отражают способы управленческого воздействия на развитие предприятия. Узлы модели показывают, в каких промежуточных результатах закрепляется это воздействие. Каналы характеризуют направления, через которые промежуточные результаты передаются к конкурентоспособности. Проявления конкурентоспособности отражают наблюдаемые характеристики положения предприятия или отраслевого сегмента.

Предлагаемая логика согласуется с подходом М. Портера, в котором конкурентное преимущество связывается с издержками и дифференциацией [1], а также с ресурсным подходом Дж. Барни, рассматривающим нематериальные активы, компетенции и организационные возможности как источники долгосрочных преимуществ [3]. Вместе с тем предлагаемая модель делает акцент не только на наличии ресурсов, но и на механизме их преобразования в конкурентные результаты. Это особенно важно для предприятий, работающих в условиях внешних ограничений, длительного производственного цикла и зависимости от качества сырьевой базы.

В качестве механизмов влияния инновационного управления целесообразно выделить внутренние и внешние механизмы. Внутренние механизмы связаны с управлением ресурсами, компетенциями, производственными и организационными процессами, продуктовым обновлением и нематериальными активами. Внешние механизмы связаны с кооперационными отношениями, взаимодействием с поставщиками, научными и образовательными организациями, институтами регулирования и региональной средой. Значимость внешних связей для инновационного развития подчеркивается в подходе Г. Чесбро, согласно которому предприятие может использовать не только внутренние, но и внешние источники знаний и технологий [12].

Следующим элементом модели являются промежуточные узлы. В рамках настоящей статьи предлагается выделить процессную результативность, продуктовую новизну, кооперационные связи и нематериальные активы. Процессная результативность отражает способность предприятия обеспечивать более стабильное, качественное и менее затратное производство. Продуктовая новизна характеризует обновление ассортимента, улучшение свойств продукции и способность предприятия отвечать на изменение потребительского спроса. Кооперационные связи отражают включенность предприятия в систему взаимодействия с поставщиками, научными организациями, региональными институтами и другими участниками рынка. Нематериальные активы включают репутацию, признаки качества, происхождение продукции, организационные знания и доверие со стороны потребителей.

Выделенные узлы позволяют перейти от общего понятия инновационного управления к более конкретным проявлениям в деятельности предприятия. Процессные изменения могут влиять на издержки и качество, продуктовая новизна – на дифференциацию, кооперационные связи – на скорость реакции и устойчивость, а нематериальные активы – на способность предприятия поддерживать доверие к продукции и сохранять рыночные позиции. При этом данные узлы не являются полностью независимыми: развитие кооперационных связей может способствовать продуктовой новизне, а укрепление нематериальных активов – усиливать эффект дифференциации.

Каналы передачи эффекта показывают, каким образом промежуточные узлы модели связаны с конкурентоспособностью предприятия. Первый канал связан с издержками и качеством, второй – со скоростью и гибкостью, третий – с дифференциацией, четвертый – с устойчивостью. В совокупности они позволяют рассматривать конкурентоспособность не только как результат текущей рыночной позиции, но и как способность предприятия сохранять качество, приспосабливаться к изменениям и восстанавливаться после внешних ограничений.

На рисунке 1 представлена обобщенная схема предлагаемой концептуальной модели.



Рисунок 1 – Концептуальная модель влияния инновационного управления на конкурентоспособность

Предложенная модель носит концептуальный характер, однако ее значение состоит не только в систематизации теоретических положений. Она позволяет сформировать основу для дальнейшего перехода к наблюдаемым показателям. В качестве таких показателей могут рассматриваться стабильность выпуска, обновление ассортимента, соблюдение требований регулирования, развитие кооперационных связей, происхождение продукции, репутация производителя и доверие потребителей. При этом указанные показатели не следует трактовать как прямое измерение инновационного управления. Более корректно рассматривать их как признаки изменений, которые могут быть связаны с его проявлением и отражаться в параметрах конкурентоспособности предприятия.

Для предприятий виноградарства и виноделия предложенная модель имеет прикладное значение, поскольку данные сферы характеризуются сочетанием производственных, природно-климатических, институциональных и рыночных факторов. Виноградарство в большей степени связано с долгосрочными инвестициями, состоянием земельных и биологических ресурсов, качеством посадочного материала, системой ухода за насаждениями и устойчивостью к природно-климатическим рискам. Виноделие, в свою очередь, зависит от качества поступающего сырья, технологического уровня переработки, стабильности производственных процессов, ассортимента, происхождения продукции и доверия потребителей. Поэтому конкурентоспособность предприятий данных сфер не может быть сведена только к объему выпуска или цене реализации.

Ранее проведенные исследования показывают, что виноградно-винодельческий комплекс имеет существенное значение для отдельных регионов Российской Федерации, поскольку связан с занятостью населения, развитием региональной экономики, наполнением бюджетов и

экспортным потенциалом [5]. Одновременно отмечается наличие ограничений, связанных с устареванием оборудования, недостаточностью технологического обновления, потребностью в инвестициях, зависимостью от государственного регулирования и необходимостью повышения качества продукции [5, 9]. Это подтверждает, что конкурентоспособность предприятий виноградарства и виноделия формируется не за счет одного фактора, а через совокупность взаимосвязанных изменений.

В данном контексте инновационное управление может проявляться по нескольким направлениям. Первое связано с совершенствованием производственных процессов: для виноградарства это выражается в обновлении агротехнологий и повышении качества контроля за состоянием сырья, для виноделия – в модернизации переработки, повышении стабильности качества и развитии прослеживаемости продукции. Второе направление связано с продуктовым обновлением, то есть с развитием ассортимента, улучшением качественных характеристик продукции и формированием предложения для разных ценовых и потребительских сегментов. Третье направление связано с кооперационными связями, поскольку предприятия зависят от производителей сырья, переработчиков, поставщиков оборудования, научных и образовательных организаций, органов регулирования и региональных институтов развития. Четвертое направление связано с формированием нематериальных активов: репутации производителя, происхождения продукции, доверия потребителей, региональной идентичности и подтверждения качества.

Особую роль в формировании таких активов играет нормативное регулирование. Федеральный закон от 27 декабря 2019 г. № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» закрепляет требования к производству, обороту, происхождению и идентификации винодельческой продукции [10]. С одной стороны, регулирование повышает требования к предприятиям и может увеличивать нагрузку на участников рынка. С другой стороны, оно создает условия для формирования доверия к продукции, развития признаков происхождения и повышения прозрачности оборота. В рамках предлагаемой модели регулирование рассматривается не только как внешнее ограничение, но и как один из институтов, через который могут формироваться дифференциация и нематериальные активы.

На рисунке 2 представлено прикладное раскрытие модели для предприятий виноградарства и виноделия. Такая схема показывает, что общая концептуальная модель может быть уточнена с учетом особенностей конкретного объекта исследования: для виноградарства ключевыми предпосылками являются качество сырьевой базы, состояние насаждений, долгосрочные инвестиции и природно-климатические риски; для виноделия – технологический уровень переработки, стабильность качества, происхождение продукции, ассортимент и доверие потребителей. В совокупности данные элементы формируют основу для проявления конкурентоспособности через качество, дифференциацию, устойчивость и способность предприятия сохранять рыночные позиции.

Таким образом, предложенная модель не заменяет количественный анализ, а задает его логику. Она позволяет определить, какие элементы следует рассматривать как управленческие механизмы, какие – как промежуточные результаты, а какие – как проявления конкурентоспособности. В последующих исследованиях данная логика может быть проверена на отраслевых и региональных данных с использованием показателей, отражающих ценовую позицию, объем реализации, стабильность выпуска, глубину просадок и способность к восстановлению. При этом такие показатели должны трактоваться не как прямое измерение инновационного управления, а как наблюдаемые проявления тех изменений, которые могут быть связаны с его воздействием.

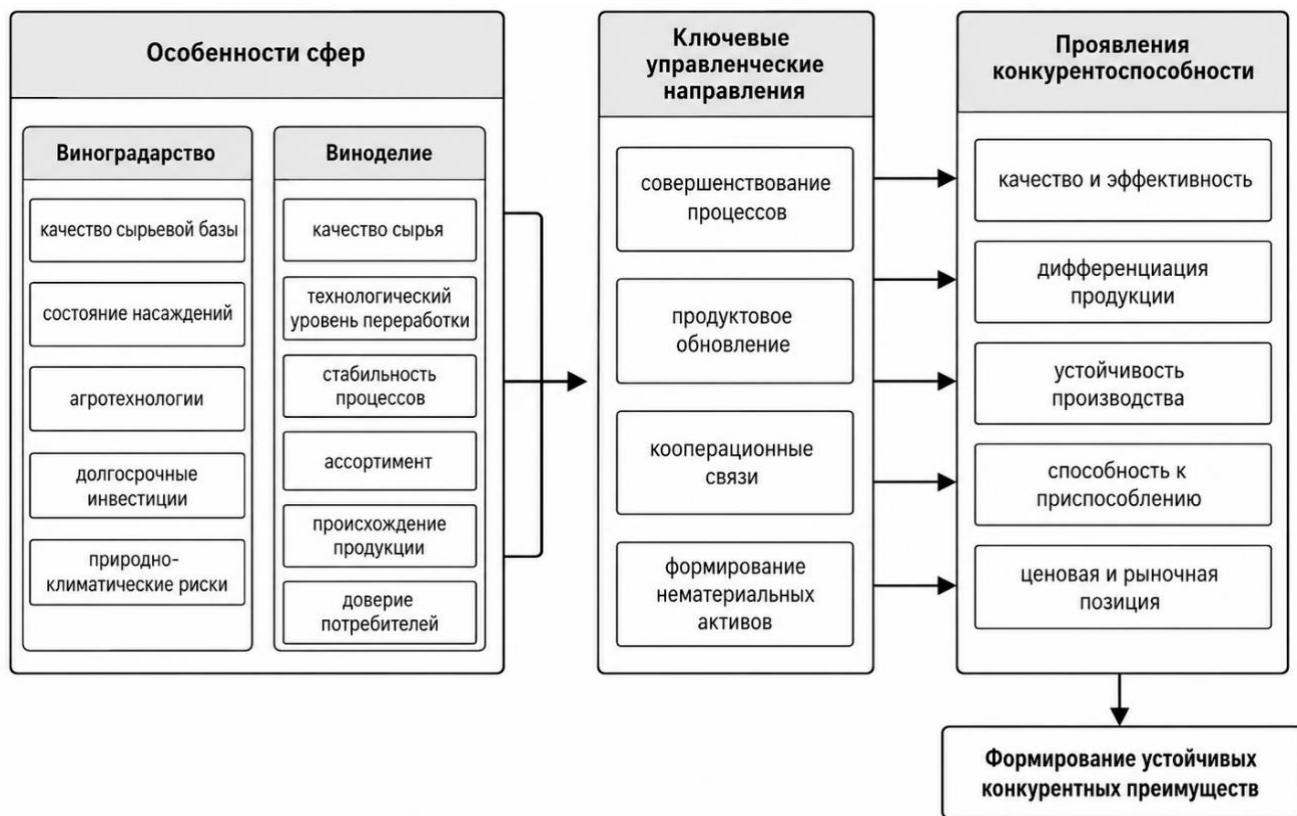


Рисунок 2 – Направления формирования конкурентоспособности предприятий виноградарства и виноделия

Выводы. В результате проведенного исследования предложена концептуальная модель влияния инновационного управления на конкурентоспособность предприятия. Ее основная особенность состоит в том, что инновационное управление рассматривается не как прямой и одномоментный фактор изменения рыночных результатов, а как система управленческих воздействий, проявляющихся через промежуточные изменения в деятельности предприятия.

В модели выделены механизмы влияния, промежуточные узлы, каналы передачи эффекта и проявления конкурентоспособности. Такой подход позволяет показать, каким образом управленческие решения в сфере инновационного развития могут закрепляться в процессной результативности, продуктовой новизне, кооперационных связях и нематериальных активах, а затем воздействовать на конкурентоспособность через издержки и качество, скорость и гибкость, дифференциацию и устойчивость.

Показано, что для предприятий виноградарства и виноделия данная модель имеет прикладное значение, поскольку конкурентоспособность в этих сферах формируется под влиянием производственных, природно-климатических, институциональных и рыночных факторов. Поэтому ее нельзя сводить только к объему выпуска или цене реализации. Существенное значение имеют качество сырьевой базы, технологический уровень переработки, происхождение продукции, стабильность процессов, доверие потребителей и способность предприятия приспосабливаться к внешним ограничениям.

Предложенная модель позволяет перейти от общего описания роли инновационного управления к его представлению через наблюдаемые показатели. При этом такие показатели следует рассматривать не как прямое измерение инновационного управления, а как признаки изменений, которые могут быть связаны с его воздействием и проявляться в параметрах конкурентоспособности предприятия. Дальнейшее развитие исследования связано с

количественной проверкой отдельных элементов модели на отраслевых и региональных данных.

Список использованной литературы:

1. Porter M.E. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press, 1985. 557 p.
2. OECD, Eurostat. *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. 4th ed. Paris: OECD Publ., Luxembourg: Eurostat, 2018. DOI: 10.1787/9789264304604-en.
3. Barney J.B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage // *Journal of Management*. 1991. Vol. 17. № 1. P. 99-120. DOI: 10.1177/014920639101700108.
4. Teece D.J., Pisano G., Shuen A. Dynamic Capabilities and Strategic Management // *Strategic Management Journal*. 1997. Vol. 18. № 7. P. 509-533.
5. Курков А.Д., Степовенко В.В. Тенденции развития виноградарства и виноделия в Российской Федерации // *Экономика и управление: теория и практика*. 2022. Т. 8. № 4. С. 30-39.
6. Фатхутдинов Р.А. *Инновационный менеджмент*. СПб.: Питер, 2011. 448 с.
7. Коваленко А.И. Теоретико-методологическое содержание концепта «конкурентное преимущество» // *Современная конкуренция*. 2022. Т. 16. № 2 (86). С. 5-19.
8. Джамалов Р.И. Инновационное развитие как фактор повышения конкурентоспособности современного предприятия // *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*. 2022. № 2 (60). С. 9-14.
9. Пискун Е.И., Колесник А.Ю. Конкурентоспособность предприятий винодельческой промышленности Крыма в современных условиях // *РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция*. 2018. № 1. С. 74-78.
10. «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации»: федеральный закон Российской Федерации № 468-ФЗ от 27.12.2019 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341772/ (дата обращения: 11.08.2026).
11. Шумпетер Й.А. *Теория экономического развития: исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры*. М.: Прогресс, 1982. 455 с.
12. Chesbrough H.W. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business School Press, 2003. 222 p.

References:

1. Porter M.E. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York, Free Press Publ., 1985, 557 p. (In English).
2. OECD, Eurostat. *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. 4th ed. Paris, OECD Publ., Luxembourg, Eurostat Publ., 2018. (In English). DOI: 10.1787/9789264304604-en.
3. Barney J.B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 1991, vol. 17, no. 1, pp. 99-120. (In English). DOI: 10.1177/014920639101700108.
4. Teece D.J., Pisano G., Shuen A. Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 1997, vol. 18, no. 7, pp. 509-533. (In English).
5. Kurkov A.D., Stepovenko V.V. Tendentsii razvitiya vinogradarstva i vinodeliya v Rossiyskoy Federatsii [Trends in the Development of Viticulture and Winemaking in the Russian Federation]. *Ekonomika i upravlenie: teoriya i praktika* [Economics and Management: Theory and Practice], 2022, vol. 8, no. 4, pp. 30-39. (In Russian).
6. Fatkhutdinov R.A. *Innovatsionnyy menedzhment* [Innovation Management]. St. Petersburg, Piter Publ., 2011. 448 p. (In Russian).
7. Kovalenko A.I. Teoretiko-metodologicheskoe sodержanie kontsepta «konkurentnoe preimushchestvo» [Theoretical and Methodological Content of the Concept of “Competitive

- Advantage”]. *Sovremennaya konkurentsia* [Modern Competition], 2022, vol. 16, no. 2 (86), pp. 5-19. (In Russian).
8. Dzhamalov R.I. Innovatsionnoe razvitie kak faktor povysheniya konkurentosposobnosti sovremennogo predpriyatiya [Innovative development as a factor in enhancing the competitiveness of a modern enterprise]. *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya* [Innovative Economy: Prospects for Development and Improvement], 2022, no. 2 (60), pp. 9-14. (In Russian).
 9. Piskun E.I., Kolesnik A.Yu. Konkurentosposobnost' predpriyatiy vinodel'cheskoy promyshlennosti Kryma v sovremennykh usloviyakh [Competitiveness of Crimean wine industry enterprises in modern conditions]. *RISK: resursy, informatsiya, snabzhenie, konkurentsia* [RISK: Resources, Information, Supply, Competition], 2018, no. 1, pp. 74-78. (In Russian).
 10. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 468-FZ of December 27, 2019, «*O vinogradarstve i vinodelii v Rossiyskoy Federatsii*» [“On Viticulture and Winemaking in the Russian Federation”]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341772/ (accessed 11.08.2026).
 11. Shumpeter J.A. *Teoriya ekonomicheskogo razvitiya: issledovanie predprinimatel'skoy pribyli, kapitala, kredita, protsenta i tsikla kon'yunktury* [The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle]. Moscow, Progress Publ., 1982, 455 p. (In Russian).
 12. Chesbrough H.W. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, Harvard Business School Press Publ., 2003, 222 p. (In English).

Сведения об авторах / Information about authors

**Пискун
Елена Ивановна**

д-р экон. наук, доцент, заведующий кафедрой «Туризм, сервис и гостиничный бизнес»
Севастопольский государственный университет
299053, г. Севастополь, Университетская, 33
lenapiskun@mail.ru

Piskun
Elena Ivanovna

Dr. Sci. (Econ.), Associate professor, Head of the Department of Tourism, Service and Hotel Business
Sevastopol State University
299053, Sevastopol, Universitetskaya str., 33
lenapiskun@mail.ru

**Курков
Александр
Дмитриевич**

аспирант кафедры «Туризм, сервис и гостиничный бизнес»
Севастопольский государственный университет
299053, г. Севастополь, Университетская, 33
kyrkovsasha@mail.ru

Kurkov
Alexander Dmitrievich

postgraduate student of the Department of Tourism, Service and Hotel Business
Sevastopol State University
299053, Sevastopol, Universitetskaya str., 33
kyrkovsasha@mail.ru

УДК 332.143

Пискун Е.И., Ревун И.В.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВИНОГРАДАРСКО-ВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Аннотация. В статье проводится комплексный анализ текущего состояния и перспектив развития виноградарско-винодельческой отрасли Республики Крым. Рассмотрены природно-климатические, исторические и институциональные факторы, определяющие стратегическое значение отрасли для экономики региона. На основе статистических данных за 2020–2025 гг. проанализирована динамика площади виноградников, валового сбора, урожайности, объёмов государственной поддержки и структуры производства винодельческой продукции. Выявлены ключевые тенденции: рост площадей насаждений на 16,2 %, увеличение объёмов производства игристых вин в 4,2 раза, структурный сдвиг в сторону виноматериалов. Особое внимание уделено роли регионального бренда и концепции терруара как факторов конкурентоспособности. Определены основные риски и перспективы дальнейшего развития отрасли, включая потенциал винного туризма и необходимость формирования устойчивой репутации крымского виноделия.

Ключевые слова: виноделие, виноградарство, терруар, винный туризм, региональный бренд.

Piskun E.I., Revun I.V.

CURRENT STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE VITICULTURE AND WINEMAKING INDUSTRY IN THE REPUBLIC OF CRIMEA

Abstract. The article provides a comprehensive analysis of the current state and development prospects of the viticulture and winemaking industry of the Republic of Crimea. Natural-climatic, historical, and institutional factors determining the strategic importance of the industry for the region's economy are examined. Based on statistical data for 2020–2025, the dynamics of vineyard area, gross harvest, yield, volumes of state support, and the structure of wine production are analyzed. Key trends have been identified: a 16.2 % increase in vineyard area, a 4.2-fold rise in sparkling wine production, and a structural shift toward wine materials. Special attention is paid to the role of the regional brand and the concept of terroir as factors of competitiveness. The main risks and prospects for further development of the industry are identified, including the potential of wine tourism and the need to build a sustainable reputation for Crimean winemaking.

Keywords: winemaking, viticulture, terroir, wine tourism, regional brand.

Введение. Виноградарство в Республике Крым занимает одно из основных мест в формировании облика агропромышленного комплекса региона. Полуостров наделён давними традициями выращивания лозы и благоприятными природно-климатическими параметрами. За многовековую историю накопился значительный практический опыт, что во многом предопределило устойчивую специализацию территории на производстве винограда и вина. Географическое положение и почвенно-климатические особенности в сочетании с исторически сложившимися агротехническими приёмами определяют траекторию развития сектора и его возможности адаптации к внешним вызовам.

За последние десятилетия структура виноградарского комплекса претерпела заметные изменения. Это связано как с улучшением механизмов государственного регулирования, так и с климатическими сдвигами. В результате возникла потребность в широком внедрении новых технологий. Одновременно расширялись площади виноградников, в большей степени под влиянием инвестиционной активности. Параллельно развивалось питомниководство и селекционная работа, направленная на создание сортов и гибридов, более устойчивых к постоянно изменяющимся погодным явлениям.

Существенную роль в определении вектора развития отрасли сыграла правовая база. Так,

принятие Федерального закона №468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» стало важным этапом [1]. Закон, в частности, закрепил положение о том, что под российским вином понимается продукция, изготовленная исключительно из винограда, выращенного на территории Российской Федерации, что, согласно оценкам, послужило мощным стимулом для укрепления внутреннего виноградарства, сокращения зависимости от импортных виноматериалов и формирования более устойчивой внутренней товарной ниши.

Наряду с положительными изменениями сектор продолжает сталкиваться с рядом системных проблем. Производство остаётся высокочувствительным, сроки окупаемости капиталовложений зачастую долгие. Кроме того, сохраняются санкционные барьеры, а также существует потребность в обновлении сортового ассортимента и реконструкции устаревших насаждений. Эти обстоятельства снижают инвестиционную привлекательность направления и обуславливают необходимость использования дифференцированных механизмов государственной поддержки и выработки долгосрочных стратегий управления рисками. На текущем этапе приоритетными считаются следующие направления: планомерное расширение площадей, внедрение прогрессивных агротехнологий и комплексных систем защиты, развитие питомниково-селекционной базы и усиление научно-технологического потенциала отрасли. Особое внимание уделяется винному туризму. Потенциально он будет способствовать популяризации крымского вина и привлекать туристические и инвестиционные потоки, обеспечивая тем самым интеграцию производственной и сервисной составляющих региональной экономики.

Таким образом, при целенаправленной поддержке инноваций, модернизации материально-технического обеспечения и совершенствовании нормативно-правовых инструментов виноградарства и виноделия Республики Крым обладает существенным потенциалом для устойчивого роста, создания рабочих мест и расширения экспортных возможностей региона.

Целью исследования является анализ текущего состояния виноградарского и винодельческого сектора Республики Крым и перспектив его развития.

Материалы и методы исследования. Современные дискуссии, посвящённые виноделию и виноградарству, невозможно представить без упоминания термина «терруар». Можно ли говорить о том, что у Крымского вина есть терруар, и, если да – в чём он заключается? По состоянию на начало 2026 г. в Российской Федерации Ассоциация виноградарей и виноделов России (АВВР) выделяет 12 обособленных винных терруаров: «Сикоры», «Криница», «Абрау-Дюрсо», «Дивноморское», «Голубицкая Стрелка», «Сенной», «Курень Титаровский 1794», «Виноградники Геленджика», «Бюрнье-Сенетха», «Арпачин», «Южный Берег Тамани», «Долина реки Кума» [2].

В профессиональном сообществе термин «терруар» употребляется довольно широко, однако в российском законодательстве на данный момент не существует отдельных понятий «винодельческий регион» или «апелласьон» применительно к Крыму. Юридически закреплено лишь общее защищённое географическое указание (ЗГУ) «Крым». Но и внутри региона уже сложились более узкие зоны – например, терруары Севастопольской зоны или долины реки Альма, – которые как раз и позволяют говорить о местных особенностях и уникальности вин.

К вопросу терруаров в своих исследованиях обращался Чартерс С. Автор подвергает сомнению узко-географическое понимание терруара (почва, климат, рельеф) и предлагает его расширенную трактовку. По мнению Чартерса, терруар – это не просто геология, а социально сконструированный феномен, который существует в сознании потребителей и виноделов одновременно. Он утверждает, что терруар является основой аутентичности вина. Потребители ценят вино не только за его вкус, но и за «историю», которую оно рассказывает – о месте, людях и традициях. Терруар представляет собой не столько геологическую данность, сколько социально конструируемый феномен, существующий одновременно в объективных характеристиках местности и в субъективном восприятии потребителей и производителя

Чартерс С. в своей работе предложил расширенную трактовку понятия терруара, включив в него не только природно-климатические факторы, но и культурно-исторические, а также социально-конструируемые элементы [3]. Данный подход представляется особенно релевантным для Крыма, где культурный терруар – многовековые традиции виноделия, античное наследие и уникальная история развития отрасли – выступает не менее значимым фактором формирования конкурентоспособности региона, чем природные условия.

Рассматривая проблему определения «терруара» для конкретной территории, возникает логический вопрос: какую роль играет региональный бренд в маркетинге вина и каким образом, он влияет на конкурентоспособность винодельческих предприятий, особенно малых и средних?

Австралийские исследователи Баркер-Троуз А., Данн С., Грэм К., Шарп Б. и Корси А.М. рассматривают региональный бренд вина как коллективное благо, от которого выигрывают все производители региона, независимо от их индивидуальных усилий по его формированию [4]. При этом возникает проблема «отстранённости»: некоторые производители могут пользоваться преимуществами регионального бренда, не вкладываясь в его поддержание.

В своей работе авторы обосновывают теорию о том, что региональный бренд в винодельческой отрасли выполняет функции идентификации продукции, гарантии качества и создания добавленной стоимости, выступая при этом коллективным благом, доступным всем производителям региона. Особое значение региональный бренд приобретает для малых и средних виноделен, которые не располагают достаточными ресурсами для продвижения индивидуальных торговых марок. Данный вывод непосредственно применим к Крыму, где структура отрасли характеризуется преобладанием предприятий средней мощности. Успешное формирование регионального бренда «Крымское вино» требует, согласно исследованию единых стандартов качества, институциональной координации производителей и последовательной коммуникационной политики, направленной на повышение узнаваемости региона среди целевых аудиторий.

В исследованиях, посвящённых вопросу зависимости экспортного потенциала региона от регионального бренда, французские экономисты Кардеба Ж.-М. и Лива Ф. установили, что репутация региона происхождения оказывает статистически значимое положительное влияние как на объёмы экспорта, так и на экспортные цены. Этот эффект сохраняется даже при контроле таких переменных, как качество вина, цена производства и макроэкономические условия.

Репутация региона – не просто отражение качества продукции, а самостоятельный экономический актив, способный генерировать дополнительную экспортную выручку. винных изданиях, присвоенные рейтинги и историю экспортных поставок [5].

На основе эконометрического анализа авторы аргументировали, что репутация региона происхождения выступает самостоятельным фактором, определяющим объёмы и цены экспорта вина, причём её влияние наиболее выражено в премиальном ценовом сегменте. Для новых и развивающихся винодельческих регионов эффект от инвестиций в формирование репутации может быть значительным, однако требуется временной горизонт от 3 до 7 лет для достижения измеримых результатов. Данные выводы имеют прямое отношение к Крыму, где винодельческая отрасль находится на этапе активного возрождения и выхода на новые рынки. Формирование устойчивой положительной репутации крымского виноделия может рассматриваться как долгосрочная инвестиция, способная обеспечить конкурентные преимущества региона в премиальном сегменте международного винного рынка.

Роль виноградарско-винодельческой отрасли в развитии агропромышленного комплекса регионов России в своей работе рассмотрена Беляевой М.С. и Пискун Е.И. Авторы установили, что Республика Крым занимает второе место в стране по площади виноградников и объёмам производства винограда, уступая лишь Краснодарскому краю. Стимулирующее воздействие на винодельческий сектор, по мнению авторов, оказало Принятие Федерального закона № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации», что поспособствовало импортозамещению и росту площадей виноградников. Вместе с тем

отмечается сохранение системных проблем: высокой капиталоемкости, длительного срока окупаемости инвестиций, зависимости от импортного посадочного материала и негативного влияния санкционных ограничений [6].

В качестве перспективных направлений развития отрасли авторы выделяют увеличение государственной поддержки, развитие питомниководства и винного туризма, что имеет прямое отношение к Крыму как одному из ключевых винодельческих регионов России [6].

Так, на примере города Севастополя обосновали, что виноградарско-винодельческая отрасль может выступать в качестве одного из ключевых драйверов экономического роста региона Пискун Е.И. и Хохлов В.В. [7]. Авторами выявлен мультипликативный эффект развития виноделия, выражающийся в стимулировании смежных отраслей: туризма, логистики и сферы услуг. При этом отмечено наличие системных проблем, сдерживающих реализацию потенциала отрасли: недостаточные площади виноградников, износ основных фондов, кадровый дефицит и административные барьеры. В качестве приоритетных направлений развития предложены увеличение площадей виноградников, развитие питомниководства, модернизация винодельческих предприятий и развитие инфраструктуры винного туризма.

В своей исследовательской работе Аблаев Р.Р., Абрамова Л.С. и Аблаев А.Р. провели комплексный анализ современных тенденций развития виноградарско-винодельческой отрасли в агропромышленном комплексе России [8]. Авторы выявили, что за период 2015–2022 гг. площади виноградников в стране выросли на 15,8 %, а валовой сбор винограда увеличился на 18,3 %, что свидетельствует о позитивной динамике отрасли. Подтверждено, что Республика Крым является вторым по значимости виноградарским регионом страны, на который приходится около 28 % всех площадей виноградников. В качестве ключевых тенденций развития отрасли выделены импортозамещение, расширение площадей виноградников, развитие питомниководства, цифровизация и винный туризм. Вместе с тем ученые отмечают сохраняющуюся зависимость от импортного посадочного материала и климатические риски как основные сдерживающие факторы.

Исследовали организационно-экономические процессы развития виноградарства, выделив производственные, экономические, организационные, инвестиционные и сбытовые составляющие, в своих работах Ревун И.В и Пискун Е.И. [9]. Авторами обоснована необходимость дифференциации подходов к управлению в зависимости от этапа развития виноградарского хозяйства: от становления до модернизации. В качестве ключевых направлений совершенствования управления предложены внедрение процессного подхода, развитие кооперации производителей и автоматизация учётных процессов. Данные положения имеют практическое значение для крымских виноградарских хозяйств, значительная часть которых находится на этапе становления или модернизации.

Отечественные авторы Свиридова А.Д. и Власов А.И. в своих исследованиях провели сравнительный анализ перспектив развития виноградарства в Ростовской области и Республике Крым. На основе SWOT-анализа авторы установили, что Крым обладает более значительным потенциалом для развития отрасли благодаря уникальным природно-климатическим условиям, многовековым традициям виноделия и высокому туристическому потоку, обеспечивающему каналы сбыта продукции [10]. В качестве приоритетных направлений развития крымского виноградарства авторы выделили увеличение площадей насаждений, развитие питомниководства, активизацию винного туризма и создание единого регионального бренда. Вместе с тем, отмечены сдерживающие факторы: дефицит посадочного материала, капиталоемкость отрасли и логистические ограничения полуострова.

Виноградарство и виноделие занимают одно из ключевых мест в структуре экономики Республики Крым, что обуславливает их стратегическое значение для регионального развития. В настоящее время комплекс мер, направленных на стимулирование данных отраслей, реализуется в рамках направления «Стимулирование приоритетных подотраслей агропромышленного комплекса и развитие малых форм хозяйствования (подотрасли виноградарства)», включённого в Подпрограмму 1 «Развитие отраслей агропромышленного

комплекса».

Указанная инициатива является составной частью Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Республики Крым, утверждённой Постановлением Совета министров Республики Крым № 732 от 13 декабря 2019 г. [11].

Несмотря на высокую эффективность предложенных в научных работах [3-10] инструментов по решению вопросов устойчивого развития винодельческого и виноградарского сектора, а также определения региональных особенностей отрасли, данные вопросы в отношении Республики Крым рассмотрены недостаточно полно и остаются особенным актуальными.

В рамках настоящего исследования были использованы официальные статистические данные Управления Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю, Федеральной службы государственной статистики, а также данные Министерства сельского хозяйства Республики Крым.

Теоретической основой послужили научные публикации отечественных и зарубежных авторов по проблематике виноградарства, виноделия, территориального брендинга и концепции терруара.

В ходе исследования применялся комплекс общенаучных и специальных методов, а именно: статистический анализ (для обработки данных о площадях виноградников, валовом сборе, урожайности, объёмах производства винодельческой продукции и государственной поддержки за 2020-2025 гг.); динамический анализ (для выявления тенденций изменения показателей отрасли и расчёта темпов прироста (снижения)); структурный анализ (для оценки сдвигов в видовой структуре винодельческой продукции (доля виноматериалов, готового вина, игристых вин, коньяка)); сравнительный анализ (для сопоставления показателей Республики Крым с другими винодельческими регионами России, графический метод (для визуализации динамики субсидирования и посадки виноградников), а также метод обобщения и систематизации (для формулирования выводов и определения перспективных направлений развития отрасли).

Результаты исследования и их обсуждение. Республика Крым в силу своего географического положения является одними из наиболее перспективных регионов Южного федерального округа. Развитие промышленного производства, сельского хозяйства и туризма призвано стать катализатором экономического роста полуострова.

Крым исторически выступал одним из центров виноделия всего черноморского побережья. Ещё до нашей эры греческие колонизаторы, узнав в характерных скалистых ландшафтах знакомые пейзажи, начали возделывать здесь виноградные культуры. Мягкий климат и плодородные почвы создали благоприятные условия для развития виноделия в регионе. Именно этот статус необходимо закрепить за полуостровом. В сочетании с туристической направленностью это позволит сформировать максимально узнаваемый и привлекательный имидж территории.

Для того чтобы Крым действительно имел право называться «Меккой» винного туризма, требуется реализовать комплекс преобразований, выходящих за рамки собственно винодельческой отрасли. Однако ключевым условием является не просто налаживание производственных процессов. Производство вина должно трансформироваться из сугубо коммерческой деятельности в полноценную культурную традицию и неотъемлемое достояние регионов.

Как неотъемлемая часть жизни людей виноделие существует уже более 8 тысяч лет. Однако до сих пор нет единого вектора развития винодельческого сектора универсального для всех. Географические, климатические, ландшафтные особенности различных территорий не дают найти и использовать «универсальный» ключ достижения стабильных высоких результатов.

Рассмотрим результаты деятельности виноградарского и винодельческого сектора в Республике Крым в период 2020-2025 гг.

За 6 лет общая площадь виноградных насаждений выросла на 3,28 тыс. га или 16,22 %. Наибольший прирост в 2024 г. – 9,24 %. В 2022 г. наблюдалось небольшое сокращение на 1,73 %. Пик сбора винограда пришёлся на 2022 г. – 130,86 тыс. тонн. В 2023 г. резкий спад -11,95 %, затем частичное восстановление и повторное снижение. В целом сбор вырос на 17,86 % к 2020 г.

Динамика урожайности повторяет валовой сбор, максимум – 2022 г. 80,91 ц/га. В 2023 и 2025 гг. снижение частично связано с неблагоприятными погодными условиями. Площадь плодоносящих виноградников остаётся относительно стабильной в диапазоне 16,4-17,5 тыс. га. Небольшое снижение наблюдается в 2022-2023 гг., затем постепенное восстановление. Что касается посадки виноградников, можно наблюдать резкий скачок посадок в 2022 г. – 111,21 %, более чем в два раза относительно предшествующего года. В 2023 г. – пиковые значения 2065,59 га. С 2024 г. наблюдается спад, но объёмы остаются высокими (более чем в 2 раза относительно 2020 г.). Динамика зависимости площади посадки винограда от объемов субсидирования представлена на рисунке 1.

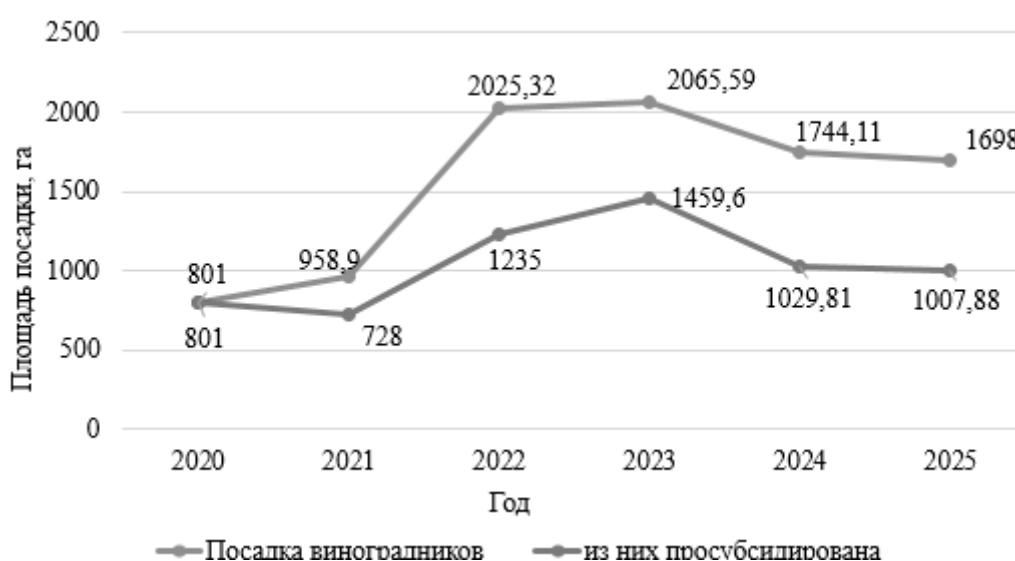


Рисунок 1 – Взаимосвязь объемов субсидирования с посадкой виноградников в Республике Крым в 2020-2025 гг.

Динамика посадки виноградников свидетельствует об улучшении инвестиционного климата в сфере виноградарства в Крыму за последние 6 лет. Если в 2020 гг. частные инвесторы настороженно относились к инвестициям в полуостров, то 2026 гг. свыше 690 га были высажены за их счет.

В 2025 г. аномальный рост раскорчёвки почти в 6 раз выше, чем в 2024 г., порядка 1713 га. Это может свидетельствовать о масштабном обновлении виноградников (замена старых насаждений новыми). Наблюдается значительное увеличение объема финансирования – на 71,24 % к 2020 г. Пик в 2023 г. 871,2 млн руб., затем снижение и вновь прирост, тренд остаётся положительным. Доля плодоносящих виноградников снижается с 83 % в 2020 г. до 71,9 % в 2025 г. Одновременно с этим растёт доля молодых насаждений с 17 % в 2020 г. до 28,1 % в 2025 г., что объясняется активными посадками в 2022-2024 гг. и является позитивным сигналом для будущего урожая.

До 2025 г. посадки значительно превышали раскорчёвку. В 2025 г. впервые произошло чистое сокращение – посадки и раскорчёвка почти сравнялись (соотношение составило 0,99), что может указывать на активную фазу замены насаждений.

Следует отметить, что производство вин в регионе нестабильно. Провал в 2023 г. до значений в 5516,37 тыс. дал или -17 % к прошлому году, затем резкое восстановление в 2024 г., прирост порядка 30 %. К 2020 г. уровень практически не изменился.

Можно говорить, что в регионе наблюдается существенное увеличение производства

игристых и шампанских вин в 2022 г., а именно рост составил 241 % относительно предыдущего периода. Затем небольшие колебания, и новый скачок в 2025, порядка +30 %. За 6 лет объём вырос в 4,2 раза. Это самый динамичный сегмент виноделия Крыма. В сегменте производства коньяка наблюдается рост в 2021–2022 гг., спад в 2023 г., пик пришелся на 2024 г., прирост свыше 35 %, затем вновь спад в 2025 г. почти на 20 %. Общий рост за период – 40,34 %. Наиболее волатильный сегмент в регионе – производство виноматериалов. Максимальные значения были в 2024 г. порядка 13881,47 тыс. дал, прирост свыше 60 % к 2023 г. За ним следовал резкий спад на более чем 33 %. Однако объём 2025 г. всё равно на 79 % выше объёмов 2020 г.

В структуре виноделия по видам продукции (доля в общем объёме) виноматериалы являются доминирующей категорией (39–60 % всего производства), их доля выросла с 39,1 % в 2020 г. до 59,7 % в 2024 г. По результатам анализа периода с 2020–2026 гг. можно наблюдать следующие тенденции:

- Доля готового вина сократилась с 53,7 % в 2020 до 30,9 %–35,9 % в 2024–2025 гг.;
- Игристые вина нарастили долю с 2,5 % до 7,1 % в аналогичный период;
- Коньяк сохраняет стабильный удельный вес в диапазоне 5 %–6 %.

Количество получателей субсидий колебалось от 24 до 41. Пик в 2023 г., 41 предприятие, затем снижение до 29 в 2025 г. Несмотря на рост финансирования, число субсидируемых хозяйств сокращается, что может указывать на консолидацию отрасли.

Исходя из результатов анализа, можно выделить основные тенденции в секторе виноградарства:

- рост площадей: общая площадь виноградников выросла за исследуемый период на 16,2 % с 20,22 до 23,5 тыс. га;
- активное обновление насаждений: масштабные посадки в 2022–2023 гг., свыше 2 тыс. га/год. Рекордная раскорчёвка в 2025 г. – 1713 га, что может свидетельствовать о масштабном обновлении насаждений;
- снижение доли плодоносящих площадей с 83 % до 72 % – результат активной закладки молодых виноградников, которые дадут урожай через 3–4 года;
- колебания урожайности: максимум 80,9 ц/га в 2022 г., снижение в 2023 и 2025 гг. – вероятное влияние погодных факторов;
- рост господдержки: объём финансирования вырос на 71 % по отношению к 2020 г.

Основные тенденции в секторе виноделия:

- структурный сдвиг по видам продукции: доля виноматериалов растёт, доля готового вина снижается;
- значительный рост игристых вин – объём вырос в 4,2 раза, можно утверждать, что в настоящий момент – это самый перспективный сегмент;
- высокая волатильность объёмов производства, особенно виноматериалов и коньяка;
- восстановление после спада в 2023 г., в 2024 г. большинство категорий показали рост.

На основе полученных результатов можно выделить ключевые риски в данных секторах экономики:

- высокая волатильность урожайности и производства;
- снижение доли готовой продукции в пользу сырья (виноматериалов);
- резкий рост раскорчёвки в 2025 г.

Выводы. Виноградарство и виноделие в Республике Крым развивается активно: площадь насаждений за исследуемый период 2020–2026 гг. выросла на 16,2 %, валовой сбор +17,9 %, посадки на 112 %, чему способствует увеличение господдержки на 71,2 %. В 2025 г. зафиксирован аномальный рост раскорчёвки – 1713 га, что может свидетельствовать о масштабном обновлении виноградников. В виноделии произошла структурная перестройка: доля вина снижается, а доля виноматериалов растёт. Это может указывать на увеличение экспорта виноматериалов или развитие альтернативной переработки. Значительный рост игристых вин на 320 % за 6 лет – наиболее динамичный сегмент виноделия Крыма. Производство вина остаётся на стабильном уровне, несмотря на рост сырьевой базы, вероятно,

часть урожая уходит на виноматериалы и игристые вина. Эффективность субсидирования растёт при сокращении числа получателей, средний размер поддержки на хозяйство увеличился на 59,4 %.

Перспективы в секторе:

- заложенные в 2022–2024 гг. виноградники начнут плодоносить в 2025–2027 гг., что обеспечит рост сырьевой базы;
- развитие сегмента игристых вин создаёт потенциал для импортозамещения и экспорта;
- государственная поддержка остаётся на высоком уровне, что стимулирует развитие отрасли.

Относительно винного туризма, региону не следует механически копировать европейские модели, необходимо опираться на собственный культурный терруар: уникальное историческое наследие, сочетание античных и советских традиций, мультикультурный контекст. В настоящее время узнаваемость региона – базовое условие успеха. Требуется целенаправленная работа по повышению узнаваемости Крыма как винодельческого региона на российском и международном рынках. Отдельно стоит отметить необходимость создания бренда «Крым». Малые производители особенно зависят от регионального бренда. Большинство крымских виноделен – это малые и средние предприятия, для которых сильный региональный бренд критически важен. Необходим жёсткий контроль качества для всех производителей, работающих под брендом «Крым». Формирование репутации «Крыма как винодельческого региона» должно стать стратегической задачей на уровне региональной политики.

Крымским производителям следует ориентироваться на премиальную нишу, где репутация региона наиболее значима. Крым как регион с возрождающейся винодельческой традицией имеет потенциал для формирования сильной репутации.

Устойчивому и активному росту отрасли в регионе способствует комплекс факторов, включающий как меры государственной поддержки, так и высокий уровень заинтересованности со стороны частных инвесторов. Залогом дальнейшего поступательного развития отрасли является как совершенствование накопленных достижений в сфере виноделия и виноградарства, так и разработка инновационных продуктовых решений.

Крымское виноделие располагает всеми необходимыми предпосылками для выполнения роли драйвера экономического развития региона. Повышение конкурентоспособности отрасли, сопряжённое с ростом узнаваемости региона, способно выступить ключевым фактором привлечения туристического потока на черноморское побережье.

Список использованной литературы:

1. «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации»: федеральный закон Российской Федерации № 468-ФЗ от 27.12.2019 г. URL: https://www.consultant.ru/document/-cons_doc_LAW_341772 (дата обращения: 11.08.2026).
2. Ассоциация виноградарей и виноделов России. URL: <https://vino.ru/novosti/novosti-vinnogo-mira/2024-khoroshiy-vinnyy-god/#> (дата обращения: 11.08.2026).
3. *Charters S.* Does a wine have a terroir? // *International Journal of Wine Business Research*. 2009. Vol. 21. № 3. P. 223–240.
4. *Barker-Trowse A., Dunn S., Graham K., Sharp B., Corsi A.M.* Small brands, big challenges: The limits of loyalty and the role of market penetration in driving growth // *Journal of Business Research*. 2026. Vol. 204. 13 p.
5. *Cardebat J.-M., Livat F.* Wine exports and the reputation of the region of origin // *Journal of International Economics*. 2022. Vol. 135. Art. 103567.
6. *Беляева М.С., Пискун Е.И.* Виноградарско-винодельческая отрасль в развитии агропромышленного комплекса регионов России // *Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент*. 2022. Т. 16. № 4. С. 31–41. DOI: 10.14529/em220404.
7. *Пискун Е.И., Хохлов В.В.* Виноградарство и виноделие как драйвер экономического роста города Севастополя // *Вестник Волгоградского государственного университета*.

Экономика. 2022. Т. 24. № 2. С. 137–145.

8. Аблаев Р.Р., Абрамова Л.С., Аблаев А.Р. Современные тенденции развития виноградарства и виноделия в агропромышленном комплексе Российской Федерации // *International agricultural journal*. 2023. № 2. С. 748–765.
9. Ревун И.В., Пискун Е.И. Организационно-экономические процессы развития виноградарства // *Экономика и управление: теория и практика*. 2023. Т.9. № 2. С. 57–64.
10. Свиридова А.Д., Власов А.И. Перспективы отечественного виноградарства (на примере Ростовской области и Республики Крым) // *Экономика и экология территориальных образований*. 2021. Т. 5. № 3. С. 74–86.
11. «Об утверждении Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Республики Крым»: постановление Совета министров Республики Крым № 732 от 13.12.2019 г. (ред. от 28.12.2023 г.). URL: <https://msh.rk.gov.ru/documents/8a0d3f83-cea1-4f3f-9d0e-eca06c38a839> (дата обращения: 11.08.2026).
12. Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. URL: <https://82.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 11.08.2026).
13. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/opendata/> (дата обращения: 11.08.2026).

References:

1. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 468-FZ of December 27, 2019, «*O vinogradarstve i vinodelii v Rossiyskoy Federatsii*» [“On Viticulture and Winemaking in the Russian Federation”]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341772 (accessed 11.08.2026).
2. *Assotsiatsiya vinogradarey i vinodelov Rossii* [Association of Winegrowers and Winemakers of Russia]. (In Russian). Available at: <https://vino.ru/novosti/novosti-vinnogo-mira/2024-khoroshiy-vinnyy-god/#> (accessed 11.08.2026).
3. Charters S. Does a wine have a terroir? *International Journal of Wine Business Research*, 2009, vol. 21, no. 3, pp. 223–240. (In English).
4. Barker-Trowse A., Dunn S., Graham K., Sharp B., Corsi A.M. Small brands, big challenges: The limits of loyalty and the role of market penetration in driving growth. *Journal of Business Research*, 2026, vol. 204, 13 p. (In English).
5. Cardebat J.-M., Livat F. Wine exports and the reputation of the region of origin. *Journal of International Economics*, 2022, vol. 135, art. 103567. (In English).
6. Belyayeva M.S., Piskun Ye.I. Vinogradarsko-vinodel'cheskaya otrasl' v razvitii agropromyshlennogo kompleksa regionov Rossii [Viticulture and Winemaking Sector in the Development of the Agro-Industrial Complex of Russian Regions]. *Vestnik YUUrGU. Seriya: Ekonomika i menedzhment* [Bulletin of South Ural State University. Series: Economics and Management], 2022, vol. 16, no. 4, pp. 31–41. (In Russian). DOI: 10.14529/em220404.
7. Piskun Ye.I., Khokhlov V.V. Vinogradarstvo i vinodeliye kak drayver ekonomicheskogo rosta goroda Sevastopolya [Viticulture and Winemaking as a Driver of Economic Growth in the City of Sevastopol]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Bulletin of Volgograd State University. Economics], 2022, vol. 24, no. 2, pp. 137–145. (In Russian).
8. Ablayev R.R., Abramova L.S., Ablayev A.R. Sovremennyye tendentsii razvitiya vinogradarstva i vinodeliya v agropromyshlennom komplekse Rossiyskoy Federatsii [Modern trends in the development of viticulture and winemaking in the agro-industrial complex of the Russian Federation]. *International agricultural journal* [International Agricultural Journal], 2023, no. 2, pp. 748–765. (In Russian).
9. Revun I.V., Piskun Ye.I. Organizatsionno-ekonomicheskiye protsessy razvitiya vinogradarstva [Organizational and economic processes of viticulture development]. *Ekonomika i upravleniye: teoriya i praktika* [Economics and Management: Theory and Practice], 2023, vol. 9, no. 2, pp. 57–64. (In Russian).

10. Sviridova A.D., Vlasov A.I. Perspektivy otechestvennogo vinogradarstva (na primere Rostovskoy oblasti i Respubliki Krym) [Prospects for domestic viticulture (case study of the Rostov Region and the Republic of Crimea)]. *Ekonomika i ekologiya territorial'nykh obrazovaniy* [Economics and Ecology of Territorial Entities], 2021, vol. 5, no. 3, pp. 74–86. (In Russian).
11. Russian Federation. Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Crimea № 732 of December 13, 2019 (as amended on December 28, 2023), «*Ob utverzhdenii Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya Respubliki Krym*» [“On Approval of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Markets for Agricultural Products, Raw Materials, and Foodstuffs of the Republic of Crimea”]. (In Russian). Available at: <https://msh.rk.gov.ru/documents/8a0d3f83-cea1-4f3f-9d0e-eca06c38a839> (accessed 11.08.2026).
12. *Upravleniye federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Respublike Krym i g. Sevastopolyu* [Department of the Federal State Statistics Service for the Republic of Crimea and the City of Sevastopol]. (In Russian). Available at: <https://82.rosstat.gov.ru/> (accessed 11.08.2026).
13. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki* [Federal State Statistics Service]. (In Russian). Available at: <https://rosstat.gov.ru/opendata/> (accessed 11.08.2026).

Сведения об авторах / Information about authors

**Пискун
Елена Ивановна**

д-р экон. наук, доцент, заведующий кафедрой «Туризм, сервис и гостиничный бизнес»
Севастопольский государственный университет
299053, г. Севастополь, Университетская, 33
lenapiskun@mail.ru

Piskun
Elena Ivanovna

Dr. Sci. (Econ.), Associate professor, Head of the Department of Tourism, Service and Hotel Business
Sevastopol State University
299053, Sevastopol, Universitetskaya str., 33
lenapiskun@mail.ru

**Ревун
Илья Вадимович**

аспирант кафедры «Туризм, сервис и гостиничный бизнес»
Севастопольский государственный университет
299053, г. Севастополь, Университетская, 33
irevun88@bk.ru

Revun
Ilya Vadimovich

postgraduate student of the Department of Tourism, Service and Hotel Business
Sevastopol State University
299053, Sevastopol, Universitetskaya str., 33
irevun88@bk.ru

УДК 338.43

Побегайло М.Г., Дибурис К.М.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В АСПЕКТЕ УКРЕПЛЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье проанализирован процесс формирования цен на рыбу и рыбную продукцию в Калининградской области. Основное внимание уделено выявлению и оценке факторов, влияющих на ценообразование, анализу структуры стоимости рыбной продукции. Проанализированы ключевые аспекты, которые позволили выявить основные тенденции в социально-экономической сфере региона, включая направления обеспечения его продовольственной независимости и безопасности. На основании анализа сфер производства и потребления рыбной продукции установлено доминирующее влияние затрат на сырьё и материалы на рост конечной стоимости рыбной продукции для потребителя. При этом значимым компонентом ценообразования остаётся доля расходов на обращение, которая сохраняет высокий удельный вес в структуре цены. По результатам анализа выявлены виды риска, наиболее характерные для рыбохозяйственного комплекса региона, определено их влияние на сферы производства и потребления рыбной продукции.

Ключевые слова: рыбохозяйственный комплекс, рыболовство, ценообразование, инвестиционная стратегия, риски продовольственной безопасности.

Pobegailo M.G., Diburis K.M.

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF FACTORS ON FORMATION OF PRICING FOR FISH PRODUCTS IN THE REGION IN TERMS OF STRENGTHENING FOOD SECURITY

Abstract. The article analyzes the price formation process for fish and fish products in the Kaliningrad region. Particular attention is paid to identifying and assessing the factors influencing pricing and to analyzing the cost structure of fish products. An analysis of key aspects has revealed major trends in the region's socio-economic sphere, including strategies for ensuring food independence and security. Based on an analysis of fish product production and consumption, the study establishes that the cost of raw materials and supplies exerts a dominant influence on the rise in the final price paid by the consumer. At the same time, distribution costs remain a significant pricing component, accounting for a substantial share of the price structure. The analysis identifies the types of risk most characteristic of the region's fisheries sector and determines their impact on the production and consumption of fish products.

Keywords: fisheries complex, fisheries, pricing, investment strategy, food security risks.

Введение. Социально-экономическое положение Калининградской области традиционно связано с развитием рыбохозяйственного комплекса. В год предприятия региона добывают в среднем до двухсот тонн рыбы. Рыбная отрасль региона представлена как рыбодобывающими, так и рыбоперерабатывающими предприятиями, внося существенный вклад в решение вопросов обеспечения региональной продовольственной безопасности. Вместе с тем стремительный рост цен на рыбную продукцию, наблюдаемый в регионе, вызывает острую потребность в исследовании данного вопроса.

Формирование ценообразования на рыбу и рыбопродукты является сложным и многофакторным процессом, который включает в себя различные аспекты анализа, включая особенности состояния сырьевой базы, логистические условия, а также конъюнктуру не только внутреннего, но и внешнего рынков.

Актуальность исследования обусловлена устойчивым ростом цен на рыбную продукцию в Калининградской области, который опережает среднероссийские показатели и оказывает

заметное влияние на доступность базовых продуктов питания для населения. В условиях ограниченной транспортной связанности и зависимости от импортных компонентов и оборудования, а именно изменения таможенных режимов, колебания стоимости топлива, усложнение логистики и другие факторы влияют на формирование конечной стоимости продукции быстрее и ощутимее, чем в других регионах страны. При этом Калининградская область исторически играет существенную роль в общероссийском секторе добычи и переработки рыбы – именно поэтому регион служит удобной площадкой для изучения того, как складываются цены, а также для определения основных факторов, способствующих росту конечной стоимости продукции.

В связи с этим разработка инструментов оценки и прогнозирования ценовой динамики, адаптированных к условиям Калининградской области, представляет не только научную, но и практическую ценность, которая позволяет выявлять доминирующие факторы роста цен, оценить возможные риски и сформировать управленческие решения, направленные на стабилизацию рынка.

Целью исследования является выявление и оценка ключевых факторов, обуславливающих рост цен на рыбу и рыбопродукты в регионе.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования механизмов формирования ценообразования на рыбу и рыбопродукты в Калининградской области применялся комплекс общенаучных методов познания, в частности, методы анализа, синтеза и обобщения, а также инструментарий системного анализа, позволяющий раскрыть взаимосвязи ключевых факторов, влияющих на уровень цен в рыбохозяйственном комплексе региона.

В качестве материалов исследования использованы статистические данные о розничных ценах на ключевые товарные группы рыбной продукции по Калининградской области в сопоставлении со среднероссийскими показателями. Источниками этих сведений выступили данные Росстата и региональных органов статистики [1-5], а также сведения по основным торговым сетям и розничным рынкам региона, что обеспечило учёт территориальной дифференциации цен.

Теоретическую базу исследования составили научные труды российских и зарубежных экономистов, посвящённые вопросам совершенствования рыбохозяйственного комплекса региона в аспекте формирования ценообразования, стратегия развития рыбохозяйственного комплекса, а также совокупность нормативно-правовых актов, регулирующих экономическую и рыбохозяйственную деятельность.

В частности, экономико-статистический анализ применялся для выявления трендов и сезонности цен, оценки темпов роста стоимости продукции в сравнении с инфляцией и среднероссийскими значениями, а также для расчёта индексов потребительских цен на рыбную группу товаров. Этот подход перекликается с методами, использованными в работах Н.В. Самбурской, Е.В. Андреевой, В.В. Ковальчук и Е.В. Лютовой [6] которые анализировали рынок охлаждённой и мороженой рыбной продукции в Калининградской области, сопоставляя ассортимент и цены в различных точках реализации и выделяя региональные особенности ценовой динамики.

С.Г. Володина в своих работах на примере Приморского края проводит оценку связи между себестоимостью продукции, ценовой политикой и доходностью предприятий рыбной отрасли. Ключевым фактором в изменении цен в отрасли является себестоимость продукции, на которую влияют множество факторов, включая техническое состояние оборудования, флота, энергетические затраты и др. Таким образом, в рамках статьи делается упор на управление затратами с целью повышения конкурентоспособности.

Факторный анализ позволил определить вклад отдельных составляющих в формирование конечной цены, выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на рост стоимости рыбы и рыбопродуктов в регионе. Схожие задачи решались А.Г. Мнацаканяном и А.Г. Хариным [7], исследовавшими доступность рыбопродуктов в Калининградской области с акцентом на ценовой аспект. Вопросы устойчивости продовольственной безопасности в части обеспеченности населения регионов страны рыбной продукцией, а также анализа

особенностей потребительского поведения в отношении рыбопродукции, широко рассмотрены в работах В.И. Кузина и А.Г. Харина [8,9].

Таким образом, совокупность использованных материалов и методов обеспечивает комплексную оценку механизма ценообразования на рыбную продукцию в условиях Калининградской области. При этом методология исследования опирается на научные разработки отечественных авторов, изучавших региональные особенности функционирования рыбохозяйственного комплекса и факторы, определяющие ценовую доступность рыбной продукции.

Результаты исследования и их обсуждения. В рамках достижения поставленной цели исследования, был сформирован алгоритм оценки формирования ценообразования рыбы и рыбной продукции Калининградской области, который включает в себя пять основных этапов (рисунок 1).

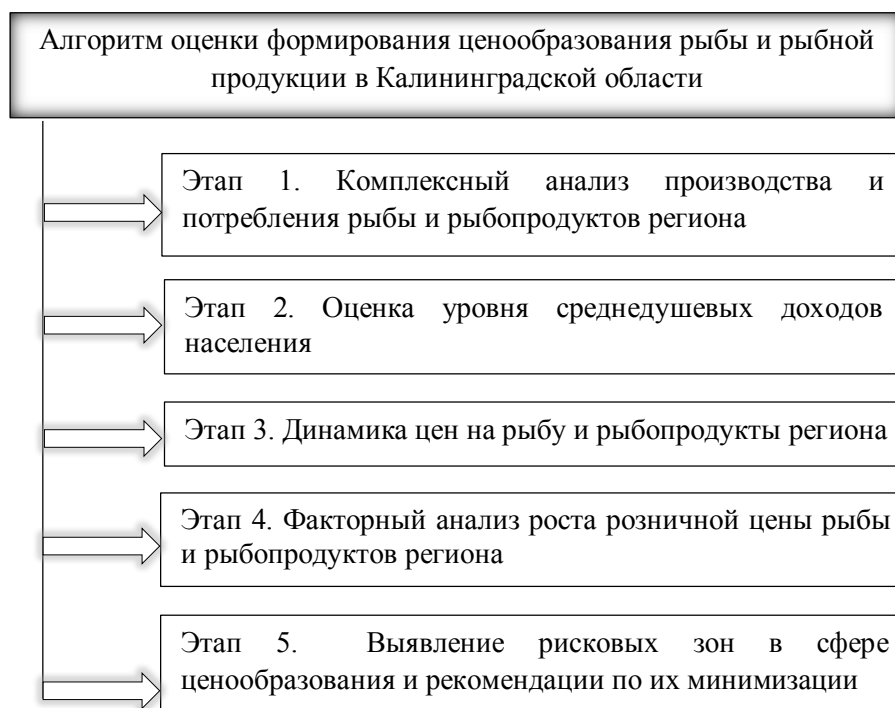


Рисунок 1 – Алгоритм оценки формирования ценообразования рыбы и рыбной продукции в Калининградской области

Первый этап исследования включает всесторонний анализ производства и потребления рыбы и рыбных продуктов в регионе, основанный на разработанном методическом подходе к оценке формирования цен на эти продукты. Второй этап направлен на анализ среднедушевых доходов населения региона за восьмилетний период с целью выявления их влияния на потребление и ценообразование рыбной продукции в Калининградской области. На третьем этапе исследована динамика изменения розничной цены рыбы и рыбной продукции в регионе, структура формирования розничных цен производителей. На основе полученных данных проведен факторный анализ для определения влияния различных факторов на формирование розничной цены рыбы и рыбопродуктов. Заключительный этап исследования включает выявление рисков в рыбной отрасли и разработку рекомендаций по их минимизации [10].

Таким образом, предложенный в рамках статьи алгоритм оценки формирования ценообразования на рыбу и рыбную продукцию в регионе позволяет комплексно проанализировать рыночную ситуацию: определить динамику производства и потребления в области, оценить платёжеспособный спрос населения с учётом среднедушевых доходов, выявить доминирующий фактор, обуславливающий изменение цен, а также идентифицировать риски, способные повлиять на ценовую динамику.

В рамках проведения комплексного анализа производства и потребления рыбы и рыбопродуктов, был разработан методический подход к оценке формирования ценообразования рыбы и рыбопродуктов в Калининградской области (рисунок 2).



Рисунок 2 – Методический подход к оценке формирования ценообразования рыбы и рыбопродуктов

Представленный выше подход включает в себя оценку показателей, наиболее четко способных охарактеризовать состояние исследуемого вопроса с точки зрения анализа отдельно сферы производства и сферы потребления. Отобранные показатели позволяют в полной мере оценить самообеспеченность региона, выявить рискованные зоны и определить состав факторов, влияющих на особенности формирования цен по позиции рыбы и рыбопродукты. Далее представим основные результаты проведенного анализа. Ниже на рисунке 3 продемонстрирована динамика изменения количественных показателей, характеризующих объемы производства рыбной продукции в отрасли.

За анализируемый период в регионе наблюдается рост производства рыбы и рыбопродуктов, особенно в сегменте «пресервы рыбные». Это обусловлено изменением потребительских предпочтений. Отмечено, что покупатели все чаще выбирают готовые решения для потребления продуктов питания, акцентируя внимание на экономии времени. Можно предположить, что это частично компенсирует снижение производства мороженой рыбы.

Общий рост производства рыбы и рыбопродуктов связан с модернизацией производственных процессов в регионе, которая стала возможна в том числе благодаря государственной поддержке отрасли. По предварительным данным, в 2025 году рост вылова составляет более 20 %, а объем производства в 2025 году опережает 2024 год на 11 %. Разрешенные квоты преимущественно наблюдаются в производстве шпрот и сельди.

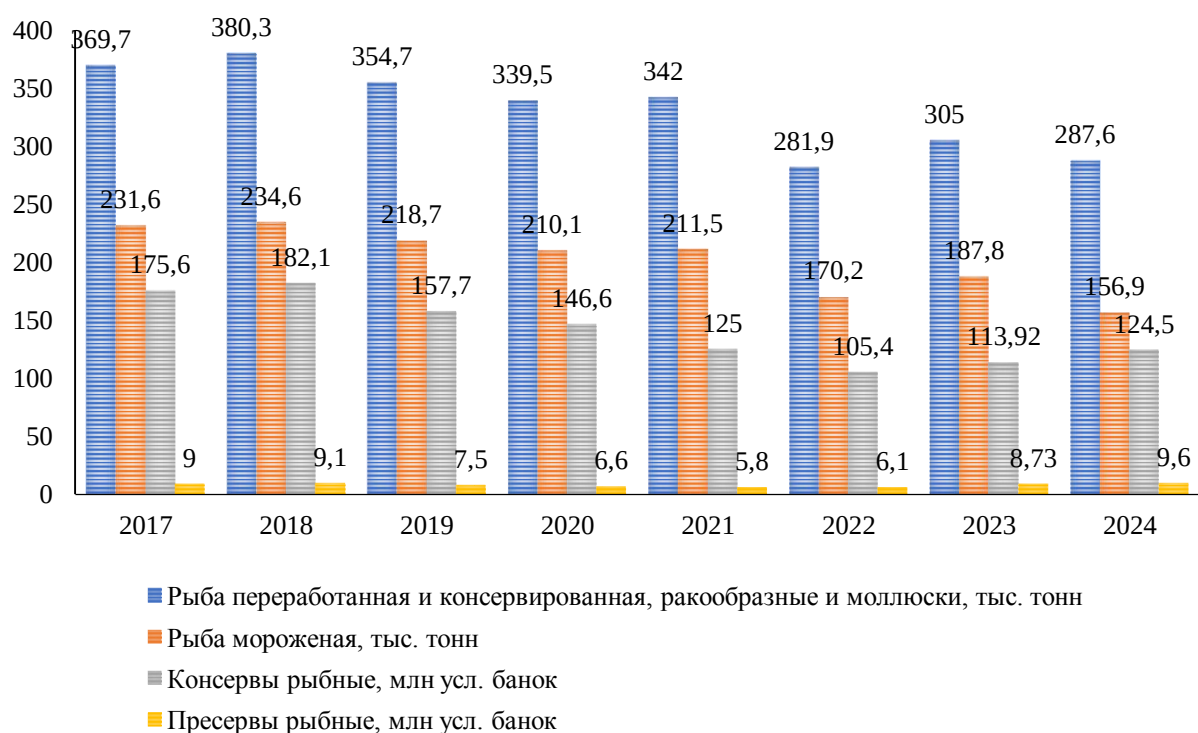


Рисунок 3 – Объем производства рыбы и рыбопродуктов

Таким образом, на основе проведенного анализа можно констатировать факт увеличения объемов производства рыбы и рыбопродуктов в рассматриваемом регионе. Меры государственной поддержки рыбохозяйственного комплекса региона продемонстрировали свою эффективность, что подтверждается положительной динамикой в сфере производства.

Помимо роста в сфере производства рыбы и рыбопродуктов, также наблюдается рост потребления рыбы и рыбной продукции населением региона (рисунок 4).

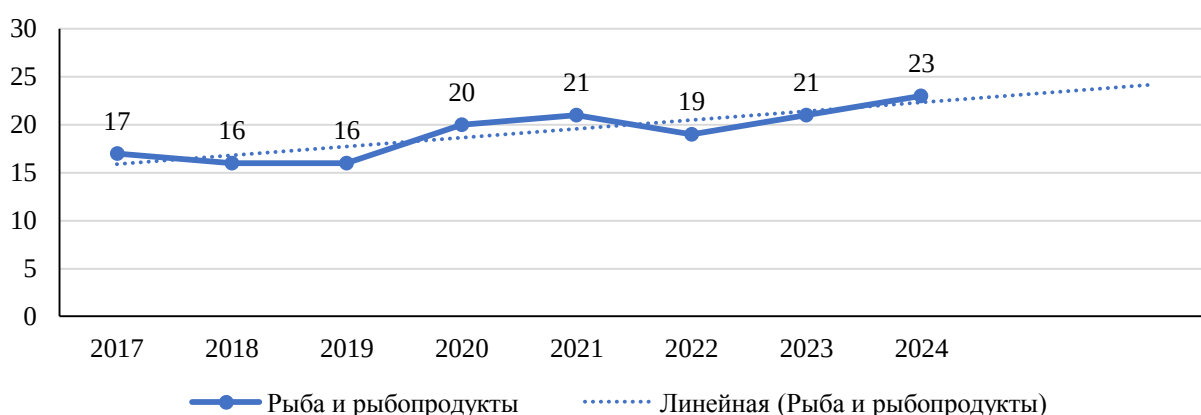


Рисунок 4 – Потребление рыбы и рыбопродуктов на душу населения в год (кг)

Как было сказано выше, одним из факторов роста потребления рыбы является изменение потребительских предпочтений. Население региона предпочитает долгое хранение продукта и упрощенный вариант употребления пищи в виде консервированной и готовой продукции. Также стоит отметить, что тенденция на рациональное и здоровое потребление все больше берет популярность у молодого населения, что способствует росту потребления рыбы и рыбопродуктов в регионе [11, 12].

Важно подчеркнуть, что рост потребления произошёл на фоне снижения объемов рыболовства и рыбопереработки. В 2024 году объем продукции из морской рыбы снизился на 5,6 тысяч тонн в сравнении с 2023 годом также, как и объем переработки рыбы сократился

практически на 6 %. Это создаёт разрыв между падающими производственными объёмами и растущим внутренним потреблением.

Таким образом, рост потребления рыбы в 2024 году связан с действием таких факторов, как: улучшение доступности, изменение предпочтений потребителей, восстановление после пандемии и ростом интереса к здоровому питанию. При этом отрасль сталкивается с вызовами, связанными с сокращением биоресурсов, а также состоянием и недостаточным использованием производственных мощностей.

Отдельно необходимо выделить сложившуюся тенденцию увеличения среднедушевого дохода населения региона на 24 %, выявленную по итогам анализа в 2024 году. Среднедушевые доходы населения Калининградской области демонстрируют положительную тенденцию, однако остаются ниже среднероссийских показателей (рис. 5).

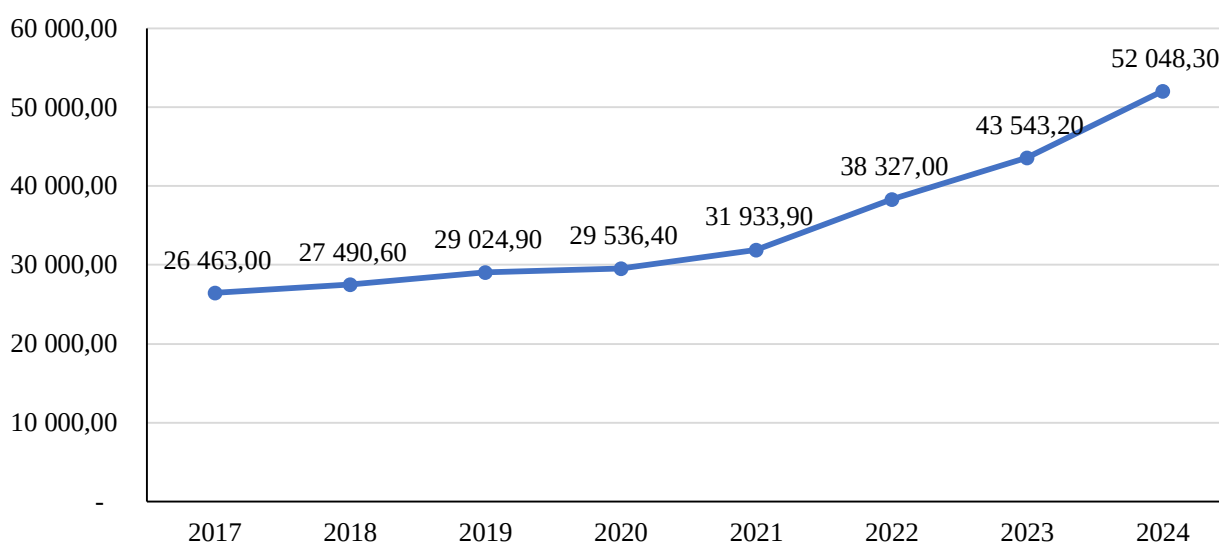


Рисунок 5 – Динамика среднедушевого дохода населения региона (руб.) (составлено по материалам [3,4])

По данным службы государственной статистики по Калининградской области среднедушевые доходы населения в 2025 году выросли на 14,1 % в противовес 2024 году, а именно 60 600 рублей против 52 048 рублей. Однако в реальном выражении, с учётом инфляции, темпы роста доходов в регионе оказались ниже общероссийских.

Таким образом, в регионе наблюдается снижение объемов производства рыбы и рыбопродуктов в противовес выявленному росту объемов потребления. Рост среднедушевых доходов населения за анализируемый период имеет положительную тенденцию, но существенное влияние на рост потребления рыбы и рыбопродуктов этот фактор не оказал.

Ценовая политика по анализируемой позиции «рыба и рыбопродукты» ориентирована на рост цен в среднем на 20 % за год. Производители рыбной продукции, такие, как группа компаний «За Родину», ООО «Роскон», ООО «Балтийские Морепродукты» отмечают, что рост цен на рыбу имеет объективные причины.

Более подробно проанализируем динамику цен на рыбу и рыбопродукты в регионе. Ниже в таблице 1 представлены данные за восьмилетний период, характеризующие изменение цена на основные виды продукции.

На основании анализа представленных выше данных прослеживается устойчивая положительная динамика средних потребительских цен на рыбу и рыбопродукты в Калининградской области в период с 2017 по 2024 год по всем рассматриваемым категориям продукции. Темпы роста цен дифференцированы в зависимости от вида продукции. Так, цена на рыбу мороженную неразделанную и рыбу мороженную разделанную выросла практически в 2 раза за весь анализируемый период.

Категория «рыба охлаждённая и мороженная разделанная лососевых пород» демонстрирует наиболее высокие абсолютные значения цен и значительную волатильность, а ключевым драйвером роста стал 2022 год, когда стоимость увеличилась на 45,8 %.

Таблица 1 – Средние потребительские цены на рыбу и рыбопродукты в Калининградской области, в рублях за 1 кг

Вид	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Рыба мороженная неразделанная	167,66	166,96	182,15	199,34	245,37	299,9	320,79	362,42
Рыба мороженная разделанная	188,94	192,95	214,9	227,52	251,72	310,39	341,2	361,81
Рыба охлажденная и мороженная разделанная лососевых пород	794,84	881,84	895,93	955,75	1117,71	1626,46	1624,6	1850,7

Сопоставление темпов роста позволяет заключить, что ценовая динамика в сегменте лососевых пород носит более волатильный характер и в отдельные периоды опережает рост цен на прочие категории рыбы. При этом для всех групп продукции характерен тренд на увеличение стоимости, усилившийся в 2021–2022 годах, что может быть обусловлено совокупным влиянием макроэкономических факторов, изменений в логистических цепочках и колебаниями объёмов предложения.

Таким образом, наблюдается рост стоимости рыбы и рыбопродуктов за весь анализируемый период, в 2024 году по сравнению с 2017 годом зафиксировано превышение в два раза. С целью выявления фактора, который оказал наибольшее влияние на рост цены необходимо проанализировать структуру розничной стоимости рыбы и рыбопродуктов региона по следующим составляющим: затраты на сырьё и материалы, производственные затраты, прибыль производителя, налоги и расходы на обращение. Структура представлена в процентной доле каждой позиции по отношению к розничной цене (таблица 2).

Таблица 2 – Структура розничной стоимости рыбы и рыбопродуктов региона, в %

Показатели	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Затраты на сырьё и материалы	24	24	24	26	26	26	27	27
Производственные затраты	16	16	16	17	17	18	18	18
Прибыль производителя	8	8	8	5	6	6	9	9
Налоги	2	2	2	3	3	3	3	3
Расходы на обращение	50	50	50	49	48	42	43	43
Розничная цена	100	100	100	100	100	100	100	100

По данным таблицы 2 можно сделать вывод о том, что наибольшую часть в структуре розничной стоимости рыбы и рыбопродуктов, а именно практически половину, составляют расходы на обращение, далее следуют затраты на сырьё и материалы. Наименьшую долю составляет налогообложение и прибыль производителя. В натуральной величине в 2024 году розничная стоимость рыбы и рыбопродуктов составила 362 рубля по позиции рыба

мороженная, расходы на обращения составили около 155 рублей. Региональное агентство по рыболовству отмечает, что на повышение стоимости оказывает влияние ряд факторов: удорожание процесса добычи рыбы (рост стоимости топлива, обслуживания судов, заработная плата сотрудников, увеличения налоговой нагрузки), повышение стоимости энергоресурсов, обслуживание оборудования. Большая часть вылавливаемой салаки и кильки в основном идёт на переработку: изготовление консервированной продукции, вяление, копчение, засолка.

Для обоснования дальнейших выводов был проведен факторный анализ, позволяющий выявить фактор, в наибольшей степени влияющий на формирование ценообразования. Для анализа была выбрана аддитивная модель (таблица 3).

Таблица 3 – Факторный анализ (аддитивная модель)

Статья затрат/доходов	2017, в %	2024, в %	Абсолютное отклонение
Затраты на сырье и материалы	24	27	+3
Производственные затраты	16	18	+2
Прибыль организации	8	9	+2
Налоги	2	3	+1
Расходы на обращения	50	43	-7
Розничная цена	100	100	-

Наибольший прирост доли приходится на затраты на сырье и материалы, наибольшее снижение доли на расходы на обращение. Сокращение расходов на обращение за анализируемый период составляет семь пунктов, но доля данных расходов является наибольшей в общей структуре. Рост доли сырья напрямую свидетельствует о ее влиянии на увеличении себестоимости продукции.

Оценивая долю затрат на сырье и материалы можно сделать вывод о том, что в 2020 году наблюдается рост на два пункта в сравнении с 2019 годом, с 2022 года данная доля стабилизировалась на уровне 26%. Расходы на обращение имеют тенденцию к снижению с 2022 года до 43%.

Таким образом, основным фактором, повлиявшим на изменение структуры розничной стоимости рыбы и рыбопродуктов, стал рост доли затрат на сырьё и материалы. Это свидетельствует о повышении материалоемкости продукции: увеличение доли сырья происходило за счёт сокращения доли расходов на обращение, при одновременном умеренном росте производственных затрат и налогов.

Рост затрат на сырьё и материалы в рыбопромышленном комплексе региона сопряжён с комплексом взаимосвязанных рисков, затрагивающих экономическую политику предприятий, доступность продукции для населения и социально-экономическую устойчивость отрасли в целом. Можно выделить финансовые риски для предприятий, а именно рост доли материальных затрат в структуре себестоимости, влияющий на снижение рентабельности предприятия в отдельных случаях. Кроме того, в современных условиях возрастает долговая нагрузка предприятий, связанная с высокой ключевой ставкой, что, в свою очередь, влияет на финансовую устойчивость. Дефицит свободных средств вынуждает замораживать проекты модернизации флота, переработки или логистики, что усиливает технологическое отставание. Еще одним риском можно выделить продолжающийся стремительный и опережающий рост отпускных цен, что говорит о формировании потребительских рисков. Переориентация потребительского спроса на более дешевые аналоги продукции снижает объемы реализации позиций лососевых, а также может повлиять на показатели уровня достаточности и разнообразия потребления продукции населением региона, что влияет в целом на обеспечение продовольственной безопасности.

Существенными являются также операционные и логистические риски, а именно удорожание, а зачастую и отсутствие импортных компонентов, таких как упаковочный

материал, запчасти для обслуживания оборудования, корма для аквакультуры. Ограниченное количество отечественных аналогов способствует развитию конкуренции в области поиска новых поставщиков, что, в свою очередь, влияет на увеличение срока отпуска продукции.

Таким образом, рост затрат на сырьё и материалы в рыбной отрасли Калининградской области формирует системный риск, требующий комплексного реагирования, от точечной поддержки предприятий до корректировки стратегии ценообразования и развития импортозамещения в смежных секторах экономики.

Выводы. В ходе исследования особенностей формирования цен на рыбу и рыбопродукты в Калининградской области были оценены социально-экономические факторы, влияющие на производство и потребление рыбы и рыбной продукции в регионе. Анализ включал как сферу производства, так и потребления рыбной продукции, при этом особый акцент был сделан на оценке динамики среднедушевых доходов населения, динамики средней стоимости рыбы и рыбопродуктов, а также отдельных структурных компонентов формирования розничной цены.

Результаты факторного анализа свидетельствуют о доминирующем влиянии затрат на сырьё и материалы на рост конечной стоимости рыбной продукции для потребителя. При этом значимым компонентом ценообразования остаётся доля расходов на обращение, которая, несмотря на тенденцию к сокращению в рассматриваемом периоде, сохраняет высокий удельный вес в структуре цены.

Выявленные рискованные зоны, обусловленные ростом затрат на сырьё и материалы, охватывают несколько взаимосвязанных аспектов: финансовый (снижение рентабельности, рост долговой нагрузки), потребительский (сокращение платёжеспособного спроса, смещение структуры потребления), операционный (ограничения производственной гибкости) и логистический (волатильность издержек, зависимость от транспортно-таможенных условий). Выявленные риски требуют дальнейшей количественной и качественной оценки для разработки мер по стабилизации ценовой ситуации и обеспечению устойчивости рыбохозяйственного комплекса региона.

Список использованной литературы:

1. Сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). URL: rosstat.gov.ru (дата обращения: 07.08.2026).
2. Калининградская область в цифрах. 2019: Краткий статистический сборник. Калининград: Калининградстат, 2019. 144 с.
3. Калининградская область в цифрах. 2022: Краткий статистический сборник. Калининград: Калининградстат, 2022. 139 с.
4. Калининградская область в цифрах. 2024: Краткий статистический сборник. / Калининград: Калининградстат, 2024. 101 с.
5. Калининградская область в цифрах. 2025: Краткий статистический сборник. Калининград: Калининградстат, 2025. 276 с.
6. Самбурская Н.В., Андреева Е.В., Ковальчук В.В., Лютова Е.В. Рыбная продукция калининградской области: классификация, статистика, ценообразование // Вестник молодежной науки. 2024. № 2 (44).
7. Мнацаканян А.Г., Харин А.Г. Исследование доступности рыбопродуктов Калининградской области: ценовой аспект // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2023. № 1. С. 173–184.
8. Харин А.Г., Кузин В.И. Метод оценки уровня обеспеченности населения регионов РФ продукцией рыбного хозяйства в контексте устойчивой продовольственной безопасности // Балтийский экономический журнал. 2026. № 1 (53). С. 28-45. DOI: 10.46845/2073-3364-2026-0-1-28-45.
9. Харин А.Г. Исследование факторов, определяющих личное потребление рыбопродуктов в российских регионах // Балтийский экономический журнал. 2026. № 1 (53). С. 83-101. DOI: 10.46845/2073-3364-2026-0-1-83-101.

10. Дибурис К.М. Оценка потенциала рыбохозяйственного комплекса в аспекте обеспечения региональной продовольственной безопасности // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2024. № 1. С. 93-102.
11. Дибурис К.М., Побегайло М.Г. Оценка факторов, влияющих на региональную продовольственную безопасность // Балтийский морской форум. 2022. С. 323-330.
12. Побегайло М.Г., Дибурис К.М. Проблемы оценки продовольственной безопасности региона // АПК: экономика, управление. 2023. № 6. С. 53-61.

References:

1. *Sayt Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki (Rosstat)* [Site of the Federal State Statistics Service (Rosstat)]. (In Russian). Available at: rosstat.gov.ru (accessed 07.08.2026).
2. *Kaliningradskaya oblast' v tsifrakh. 2019: Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Kaliningrad Region in Figures. 2019: A Concise Statistical Compendium]. Kaliningrad, Kaliningradstat Publ., 2019, 144 p. (In Russian).
3. *Kaliningradskaya oblast' v tsifrakh. 2022: Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Kaliningrad Region in Figures. 2022: A Concise Statistical Compendium]. Kaliningrad, Kaliningradstat Publ., 2022, 139 p. (In Russian).
4. *Kaliningradskaya oblast' v tsifrakh. 2024: Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Kaliningrad Region in Figures. 2024: A Concise Statistical Compendium]. Kaliningrad, Kaliningradstat Publ., 2024, 101 p. (In Russian).
5. *Kaliningradskaya oblast' v tsifrakh. 2025: Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Kaliningrad Region in Figures. 2025: A Concise Statistical Compendium]. Kaliningrad, Kaliningradstat Publ., 2025, 276 p. (In Russian).
6. Samburskaya N.V., Andreyeva Ye.V., Koval'chuk V.V., Lyutova Ye.V. Rybnaya produktsiya kaliningradskoy oblasti: klassifikatsiya, statistika, tsenoobrazovaniye [Fish products of the Kaliningrad Region: classification, statistics, and pricing]. *Vestnik molodezhnoy nauki* [Bulletin of Youth Science], 2024, no. 2 (44). (In Russian).
7. Mnatsakanyan A.G., Kharin A.G. Issledovaniye dostupnosti ryboproduktov Kaliningradskoy oblasti: tsenovoy aspekt [Study of the accessibility of fish products in the Kaliningrad Region: the price aspect]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2023, no. 1, pp. 173–184. (In Russian).
8. Kharin A.G., Kuzin V.I. Metod otsenki urovnya obespechennosti naseleniya regionov RF produktsiyey rybnogo khozyaystva v kontekste ustoychivoy prodovol'stvennoy bezopasnosti [Method for assessing the level of supply of fishery products to the population of Russian regions in the context of sustainable food security]. *Baltiyskiy ekonomicheskii zhurnal* [Baltic Economic Journal], 2026, no. 1 (53), pp. 28-45. (In Russian). DOI: 10.46845/2073-3364-2026-0-1-28-45.
9. Kharin A.G. Issledovaniye faktorov, opredelyayushchikh lichnoye potrebleniye ryboproduktov v rossiyskikh regionakh [Study of factors determining personal consumption of fish products in Russian regions]. *Baltiyskiy ekonomicheskii zhurnal* [Baltic Economic Journal], 2026, no. 1 (53), pp. 83-101. (In Russian). DOI: 10.46845/2073-3364-2026-0-1-83-101.
10. Diburis K.M. Otsenka potentsiala rybokhozyaystvennogo kompleksa v aspekte obespecheniya regional'noy prodovol'stvennoy bezopasnosti [Assessment of the fisheries complex potential in the context of ensuring regional food security]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kerch State Maritime Technological University], 2024, no. 1, pp. 93-102. (In Russian).
11. Diburis K.M., Pobegaylo M.G. Otsenka faktorov, vliyayushchikh na regional'nyuyu prodovol'stvennyuyu bezopasnost' [Assessment of factors influencing regional food security]. *Baltiyskiy morskoy forum* [Baltic Marine Forum], 2022, pp. 323-330. (In Russian).
12. Pobegaylo M.G., Diburis K.M. Problemy otsenki prodovol'stvennoy bezopasnosti regiona [Issues in Assessing Regional Food Security]. *APK: ekonomika, upravleniye* [AIC: Economics, Management], 2023, no. 6, pp. 53-61. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about the authors

**Побегайло
Марина Григорьевна**

Pobegailo
Marina Grigorievna

канд. экон. наук, доцент кафедры экономической безопасности
Калининградский государственный технический университет
236022, Калининградская обл., г. Калининград, Советский
проспект, 1
marina.pobegajlo@klgtu.ru
Ph.D. (Econ.), Associate Professor of the Department of Economic
Security
Kaliningrad State Technical University
236022, Kaliningrad Region, Kaliningrad, Sovetsky ave., 1
marina.pobegajlo@klgtu.ru

**Дибурис
Ксения Максимовна**

Diburis
Ksenia Maksimovna

ассистент кафедры экономической безопасности
Калининградский государственный технический университет
236022, Калининградская область, г. Калининград, Советский
проспект, 1
kseniya.diburis@klgtu.ru
Assistant of the Department of Economic Security
Kaliningrad State Technical University
236022, Kaliningrad Region, Kaliningrad, Sovetsky ave., 1
kseniya.diburis@klgtu.ru

УДК 338.48

Скараник С.С., Верна В.В.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В РЕГИОНАХ РОССИИ

Аннотация. Статья посвящена анализу современных тенденций и особенностей развития гастрономического туризма в регионах России. В исследовании определена сущность гастрономического туризма, выявлены его специфические особенности и преимущества для устойчивого социально-экономического развития территорий. Представлена классификация видов гастрономического туризма по различным критериям. Рассмотрен практический опыт разработки собственного гастрономического кода некоторых регионов России. Охарактеризована специфика функционирования объектов гастрономического туризма посредством их систематизации по основным группам на примере Республики Крым и Краснодарского края. Выявлены ключевые проблемы развития гастрономического туризма в Российской Федерации и предложены пути их решения. Рассмотрены современные цифровые инструменты продвижения гастрономических маршрутов, а также проекты федерального уровня, в том числе инициатива Агентства стратегических инициатив «ПроЕДУ по России!» с участием 13 пилотных регионов. Определены основные тренды гастрономического туризма в России, рекомендованы мероприятия по его дальнейшему продвижению и развитию.

Ключевые слова: гастрономический туризм, внутренний туризм, туристская деятельность, гастрономическая индустрия, локальная кухня, гастрономические мероприятия, культурно-гастрономические традиции.

Skaranik S.S., Verna V.V.

MODERN TRENDS AND FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF GASTRO-TOURISM IN THE REGIONS OF RUSSIA

Abstract. The article is devoted to the analysis of current trends and specific features of the development of gastronomic tourism in the regions of Russia. The study defines the essence of gastronomic tourism and identifies its specific features and advantages for the sustainable socio-economic development of territories. A classification of types of gastronomic tourism based on various criteria is presented. The practical experience of developing a own gastronomic code in some regions of Russia is examined. The specifics of the functioning of gastronomic tourism facilities are characterized through their systematization into main groups, using the Republic of Crimea and the Krasnodar Territory as examples. The key problems in the development of gastronomic tourism in the Russian Federation are identified, and ways to solve them are proposed. The key problems in the development of gastronomic tourism in the Russian Federation have been identified, and ways to address them have been proposed. Modern digital tools for promoting gastronomic routes have been examined, as well as projects at the federal level, including the initiative of the Agency for Strategic Initiatives «ProEDU across Russia!» involving 13 pilot regions. The main trends in gastronomic tourism in Russia have been identified, and measures for its further promotion and development have been recommended.

Keywords: gastronomic tourism, domestic tourism, tourism activities, gastronomic industry, local cuisine, gastronomic events, cultural and gastronomic traditions.

Введение. Согласно результатам ежегодного федерального исследования регионов, представленного на сайте Министерства экономического развития РФ, гастрономический туризм является одним из главных трендов развития внутреннего туризма в России: сравнительный анализ данных за 2024 и 2025 годы показал значительный рост востребованности гастрономического туризма с 30 % до 54 % [1]. При этом следует отметить, что к числу популярных видов и направлений туризма в настоящее время относятся также

взаимосвязанные с гастрономическим культурно-познавательный туризм, отдых на природе, событийный туризм и автотуризм [1].

В современных условиях рост спроса на гастрономические поездки среди туристов во многом объясняется смещением акцента в пользу здорового образа жизни, стремлением глубже узнать традиции и историю многонационального народа России через блюда локальной кухни, а также через различные форматы проводимых в регионах Российской Федерации гастрономических мероприятий (фестивалей, ярмарок, мастер-классов, эногастрономических маршрутов и др.).

По данным Агентства стратегических инициатив, возрастающий интерес к гастрономическому туризму в нашей стране подтверждается следующими статистическими данными: «35 % общих расходов в туристических поездках приходится на гастрономию; 12 % заведений общественного питания в России позиционируют себя как рестораны локальной кухни» [2].

Говоря о росте популярности гастрономического туризма, целесообразно особо обозначить его роль для устойчивого социально-экономического развития отдельных регионов РФ, которая заключается в следующем:

- мультипликативный экономический эффект, проявляющийся в развитии смежных отраслей, поддержке малого и среднего бизнеса, увеличении налоговых поступлений в бюджет и росте занятости населения;

- развитию и модернизации обеспечивающей и туристской инфраструктуры;

- сглаживании сезонных колебаний в развитии туристской отрасли;

- формировании узнаваемого образа территории;

- повышении качества жизни местных жителей и др.

С учетом этого можно утверждать, что тема данного исследования является актуальной и характеризуется выраженной практической составляющей.

Цель исследования состоит в определении современных тенденций и особенностей развития гастрономического туризма в регионах России.

Материалы и методы исследования. Теоретическую основу данной статьи составили научные труды отечественных ученых, исследовавших сущность, направления развития и виды гастротуризма, вопросы и механизмы его продвижения, проблемы и современные тренды развития гастрономического туризма в отдельных регионах Российской Федерации, а именно: Сырковой И.С., Кочевяк Р.С. [3], Мерцаловой С.Л., Цыбаковой О.В. [4], Чаусова Н.Ю., Сандомирской А.Ю. [5], Боджгуа А.Ю., Чуваткина П.П. [6; 7], Василенко Е.В. [8], Чупиной И.П. [9], Ткачук П.Ю. [10], Уваровой М.В., Стариковой Е.В. [11], Ханиной А.В., Мустафеевой Л.В. [12], Карпова Д.В. [13], Воробьевой М.С., Нехаевой Н.Е. [14] и других.

Информационную базу исследования составили: федеральные законы и подзаконные нормативно-правовые акты, регулирующие порядок осуществления туристской деятельности в РФ; статистические данные; аналитические материалы Министерства экономического развития РФ, Российского союза туриндустрии (РСТ), Агентства стратегических инициатив (АСИ); электронные ресурсы.

В работе над статьей авторами применялись методы анализа и синтеза, монографический метод, метод сравнительного анализа, а также общелогические методы.

Результаты исследования и их обсуждение. Основываясь на [2; 3; 4], отметим, что в современной практике путешествий под гастрономическим туризмом понимаются поездки с целью ознакомления с национальной кухней страны, региона или местности.

Учитывая материалы научных статей [10, 14], к специфическим особенностям развития гастрономического туризма можно отнести следующее:

- наличие гастрономических предпочтений в качестве основного или значимого мотива путешествия;

- посещение объектов гастрономического показа (фермерских хозяйств, предприятий пищевой промышленности и общественного питания, виноделен, сельскохозяйственных рынков, специализированных музеев, эногастрономических фестивалей и ярмарок);

- погружение в локальную гастрономическую культуру и кулинарные традиции региона;
- приоритетное значение дегустационной и образовательной составляющей гастрономических туров;
- возможность развития гастротуризма на круглогодичной основе;
- значительная подверженность влиянию внешних факторов (изменение доходов населения, популяризация здорового питания, рост спроса на экопродукты и др.);
- ярко выраженный интегрирующий характер, предполагающий тесное взаимодействие через гастрономические активности с культурой и историей региона, а также взаимосвязь с другими видами туризма (сельским, винным, познавательным, экологическим и др.).

По версии WFTA (World Food Travel Association), можно выделить ряд категорий гастротуризма, включая такие форматы, как: кулинарные школы и мастер-классы, кулинарные развлечения, кулинарные направления, кулинарные события, кулинарные медиа, гастрономические туры от агентств и другие [15].

Более развернутая классификация видов гастрономического туризма представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Виды гастрономического туризма

Критерий	Характеристика
По целям	– культурно-познавательный (знакомство с кулинарными традициями); – эногастрономический (сочетание винных, сырных, пивных туров); – событийный (посещение гастрономических событий, фестивалей, ярмарок); – образовательный (кулинарные мастер-классы, школы); – сельский («зеленый») гастрономический туризм (участие в сборе урожая с последующей его дегустацией).
По типу территории	– городской гастрономический туризм (акцент на городскую гастрономическую инфраструктуру); – сельский гастрономический туризм (акцент на погружение в сельский быт и участие в сельскохозяйственных работах).
По сезонности	– сезонный (зачастую сочетается с сельским гастрономическим туризмом); – всесезонный (как правило, сочетается с городским гастрономическим туризмом).
По продукту потребления	– сырные туры; – рыбные и рыболовные туры; – устричные туры; – медовые туры и др.

Источник: составлено авторами

Следует отметить, что понятие «гастрономический туризм» на сегодняшний день не имеет официального законодательного закрепления в Российской Федерации. При этом в настоящее время на федеральном уровне уделяется значительное внимание развитию данного направления туризма. Так, например, были внесены изменения в ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» в части поддержки сельского туризма, что косвенно стимулирует и развитие гастрономической составляющей [16].

В последние годы с инициативой законодательного оформления гастрономического туризма выступает Российский союз туриндустрии (РСТ), профильный комитет которого разработал «Концепцию по развитию гастротуризма в РФ до 2035 года». Данная концепция, по мнению экспертов, может стать драйвером развития как непосредственно гастротуризма, так и индустрии туризма в целом, а также смежных с ней отраслей, художественных ремесел и народных промыслов (фермерские хозяйства, производство и продажа сувенирной продукции и др.) [17].

В подготовленном в 2025 г. Агентством стратегических инициатив (АСИ) сборнике «Лучшие практики гастрономической индустрии регионов России» представлено следующее определение гастрономического туризма: «вид туризма, для которого характерно взаимодействие туриста с культурой региона через гастрономические активности для получения кулинарных впечатлений» [18].

Кроме того, Агентство стратегических инициатив с 2025 года реализует проект «ПроЕДУ по России!», направленный на выявление и продвижение гастрономических особенностей регионов, формирование устойчивых гастрономических продуктов и маршрутов, а также вовлечение профессиональных сообществ, бизнеса и молодежи в развитие локальной идентичности [2]. Реализация обозначенной цели будет являться стимулом для экономического роста регионов, а также повышения качества жизни населения.

В целом проект «ПроЕДУ по России!» способствует повышению качества сервиса в индустрии туризма и гастроиндустрии, а также играет значительную роль, как для развития экономики отдельных регионов РФ, так и для местных жителей (рис. 1).

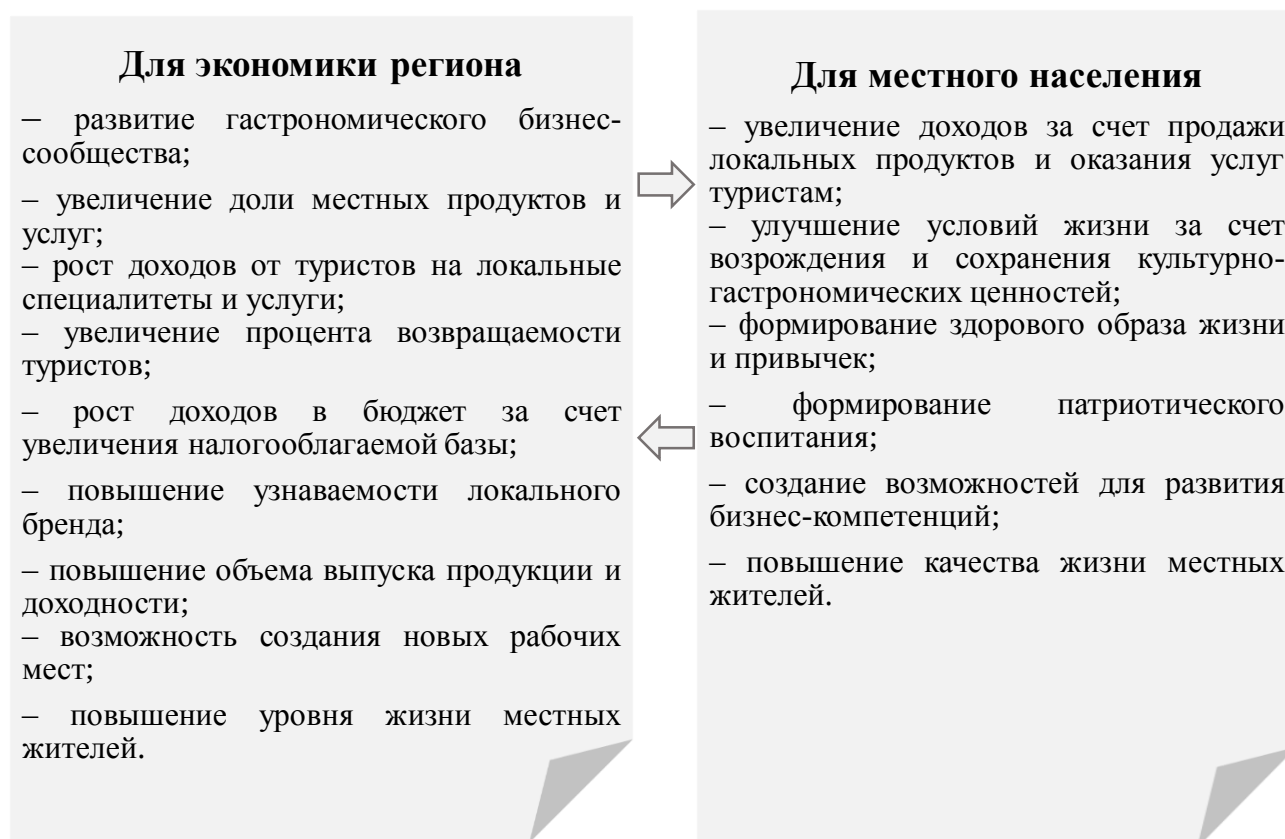


Рисунок 1 – Роль проекта «ПроЕДУ по России!»
Источник: составлено авторами на основе [2]

Анализируя современные тенденции развития гастрономического туризма в РФ необходимо выявить круг ключевых проблем, которые требуют первоочередного решения различными способами при условии активной государственной поддержки и совершенствования правового регулирования (табл. 2).

Следует отметить, что важную роль в решении ключевых проблем продвижения гастрономического туризма играет информационное обеспечение. Так, например, для самостоятельного формирования гастрономических маршрутов по РФ туристы могут использовать цифровой онлайн-путеводитель «Гастрогиды по России» [20]. Данный онлайн-сервис содержит информацию по местам локальной кухни ряда регионов России: Центральный регион, Юг России, Алтай, Калининградская область, Дальний Восток.

Таблица 2 – Проблемы развития гастрономического туризма в РФ и пути их решения

Проблема	Способы решения
Отсутствие законодательного закрепления понятия «гастрономический туризм»	– законодательное закрепление понятийного аппарата в сфере гастрономического туризма; – разработка и утверждение стандартов качества гастрономических услуг.
Недостаточный уровень развития гастрономической инфраструктуры	– развитие системы классификации объектов гастрономического туризма; – создание гастрономических кластеров и маршрутов.
Кадровый дефицит в сфере гастрономического туризма (по данным АСИ – 40 %, текучесть кадров – 70 %)	– совершенствование системы подготовки и переподготовки кадров для гастрономического туризма; – подготовка шеф-поваров, рестораторов, гастрономических гидов.
Обеспечение качества и безопасности услуг	– разработка и внедрение общих подходов к обеспечению безопасности и качества услуг гастрономического туризма.
Недостаточная доступность гастрономических туров	– включение гастрономических маршрутов в программы социального и школьного туризма; – развитие системы государственно-частного партнерства.
Отсутствие системной государственной поддержки	– разработка и утверждение федеральной концепции развития гастрономического туризма; – налоговые преференции и поддержка малого и среднего бизнеса.

Источник: составлено авторами на основе [2; 5; 19]

Работая с онлайн-навигатором, путешественник самостоятельно выбирает регион, планируемый для посещения, изучает подборки мест локальной кухни и составляет свой план: какие места посетить в первую очередь, в какой последовательности, как совместить еду с другими активностями (экскурсия на ферму, прогулка по винодельне и т.п.). Преимущество сервиса «Гастрогиды по России» заключается в том, что информация в нем регулярно обновляется, появляются новые точки и тематические маршруты.

Еще одним содержательным информационным ресурсом для комплексного изучения и продвижения гастрономического туризма и локальных брендов в России является путеводитель «50 Best Tastes of Russia» [21]. Он аккумулирует информацию о Топ-50 лучших объектов гастрономического туризма в РФ. Одной из функций «50 Best Tastes of Russia» является выявление перспективных производителей продуктов питания путем проведения оценки российских компаний по критериям конкурентоспособности, надежности и качества. В рейтинг попадают как крупные предприятия, так и небольшие локальные производители, что может способствовать их продвижению и развитию.

Информацию об объектах гастрономического туризма можно найти и на региональных туристских порталах, которые часто включают отдельный раздел по гастрономическому туризму (например, раздел «Гастрономический туризм» на Туристическом портале Республики Крым, содержащий сведения о популярных и новых гастрономических маршрутах в Крыму), а также городских и ресторанных порталах [22].

Последние содержат отдельные тематические блоки: рейтинги заведений, подборки по типу кухни, цены или расположению, интервью с шеф-поварами и прочее. В качестве примера можно привести ресторанный портал «Restoclub.ru», который позиционирует себя как самый удобный путеводитель по 15000 заведениям ресторанного бизнеса в 12 городах России (Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Нижнего Новгорода, Сочи, Краснодар и др.). Ежедневно данный онлайн-ресурс посещают более 40000 пользователей [23]. Популярен среди туристов и ресторанный гид «Свое в городе» от Россельхозбанка, объединяющий лучшие рестораны России, которые используют фермерские и локальные продукты [24].

Анализируя современные тенденции развития гастрономического туризма в мировом масштабе, можно привести следующие статистические данные от РСТ: «более 88 % путешественников считают региональную кухню важной составляющей бренда территории,

84 % рассматривают возможность посещения страны, основывая свой выбор на ее национальной кухне, а почти 56 % изменили свое отношение к стране после того, как попробовали местную кухню» [25]. В соответствии с прогнозными данными, «объем мирового рынка гастротуризма к 2032 году должен вырасти до \$3515,1 млрд. Ежегодный темп роста этого сегмента рынка составляет 15,7 %» [25].

В России, по оценкам экспертов, гастрономический туризм развивается темпами не ниже мировых. При этом примерно четвертая часть российских туристов при планировании отпуска учитывает гастрономическую составляющую региона. Согласно материалам информационного агентства ТАСС, в 2025 г. «спрос на гастрономические путешествия в России вырос на 30 % по сравнению с прошлым годом»; возглавляют рейтинг популярных направлений для гастротуризма Краснодарский край, Калининград и Татарстан [26].

В настоящее время среди наиболее привлекательных российских городов для гастрономического туризма эксперты называют Москву (реализуются гастрономические проекты «Московское чаепитие», «Московские завтраки»), Калининград (общепризнанная столица уличной еды России), Мурманск (акцент на арктическую кухню) и др. Некоторые города развивают свои собственные «нишевые» бренды (Белозерье – семечковая столица, Соль-Илецк – арбузная) [27]. Два города РФ получили официальные звания от Роспатента сроком на 10 лет: Казань в 2021 году была определена «Гастрономической столицей России», а Санкт-Петербург – в 2023 году получил статус «Кулинарной столицы России» [28; 29]. Присвоение таких статусов, безусловно, является мощным стимулом для привлечения российских и зарубежных туристов, а также способствует развитию бренда данных городов, росту интереса к локальной кухне и историческим кулинарным традициям.

По нашему мнению, в настоящее время потенциал развития гастрономического туризма в РФ во многом связан с тем, что гастрономические путешествия являются не только отдыхом, но и эффективным способом знакомства с культурой, историей и традициями народов России, а также инструментом достижения целевых ориентиров государственной политики РФ, осуществляемой в сфере туризма и гостеприимства.

Как было отмечено ранее, по инициативе Агентства стратегических инициатив в нашей стране реализуется проект «ПроЕДУ по России!», участие в котором содействует развитию гастрономического туризма в регионах, продвижению местных кулинарных традиций и повышению потока туристов, интересующихся аутентичной кухней. В число 13 пилотных регионов проекта в 2025 году вошли (рис. 2):

1. Белгородская область.
2. Ивановская область.
3. Камчатский край.
4. Мурманская область.
5. Пермский край.
6. Республика Крым.
7. Республика Мордовия.
8. Сахалинская область.
9. Севастополь.
10. Томская область.
11. Тульская область.
12. Тюменская область.
13. Челябинская область [18].

Каждый регион РФ для участия в проекте предварительно осуществил масштабную работу по разработке собственного «Кода региона», включающую:

- формирование гастрономического паспорта с оценкой туристического потенциала;
- выявление и характеристику аутентичных блюд и продуктов;
- создание своих гастрономических карт и маршрутов;
- разработку гастросувениров на основе рецептов локальной кухни;
- внедрение образовательных практик (например, «уроки вкуса» в школах) [30].



Рисунок 2 – Карта пилотных регионов проекта «ПроЕДУ по России!»
Источник: [18]

Пример разработанной для проекта «ПроЕДУ по России!» гастрономической карты одного из пилотных регионов – Ивановской области представлен на рисунке 3.

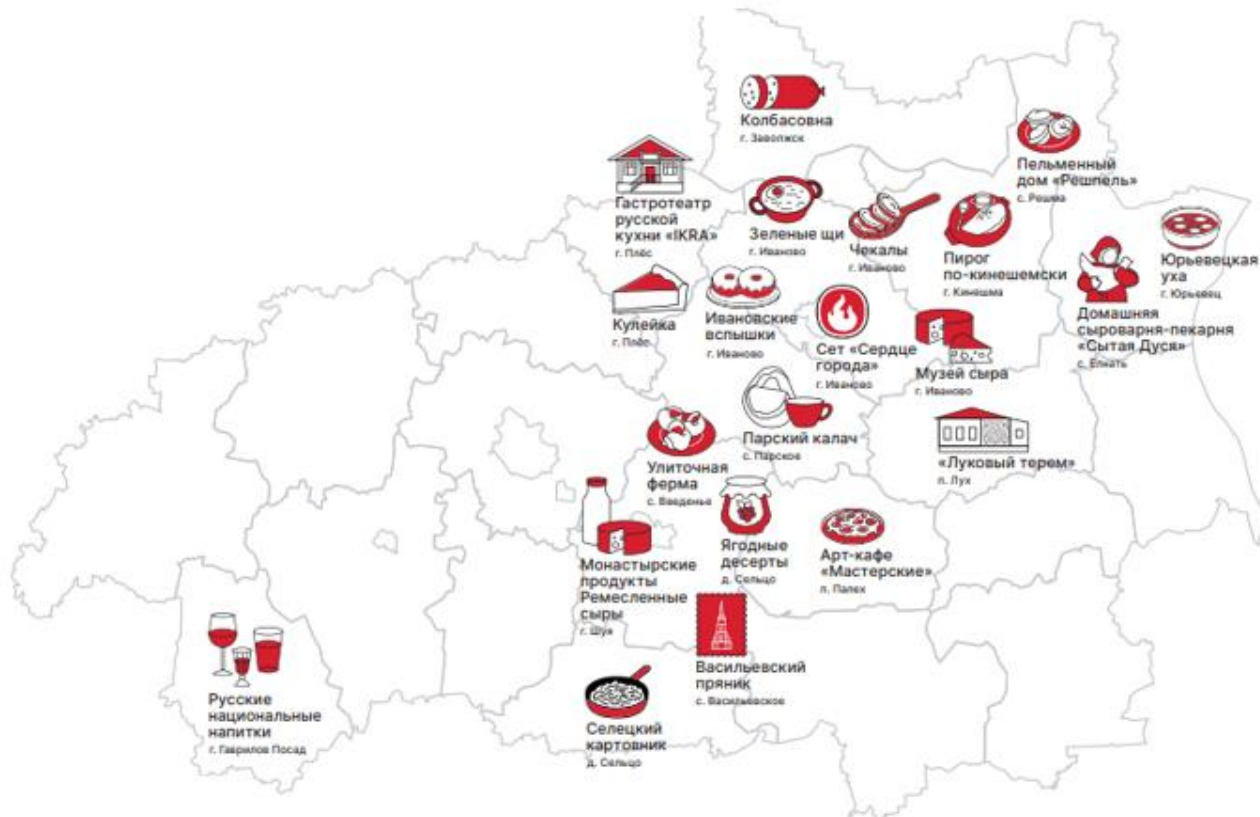


Рисунок 3 – Гастрономическая карта Ивановской области
Источник: [18]

В Ивановской области также сформированы свои гастрономические маршруты. Например, на туристическом портале «путешествуем.РФ» представлена информация о

двухдневном гастрономическом маршруте «Искусство есть», в рамках которого предусмотрено посещение сыроварен, пивоварен, фермерских хозяйств и музеев напитков с дегустацией монастырских сыров и дуниловского хлеба [31].

Следует отметить, что в 2025 г. Ивановская область стала призером V Всероссийской премии «Регионы туризма и гостеприимства», заняв 3-е место в номинации «Регион гастрономического туризма». Гран-при в этой номинации присужден Республике Крым, первое место заняла Сахалинская область [32].

Анализируя современные тенденции развития гастрономического туризма в территориальном разрезе, акцентируем, что традиционными лидерами по количеству гастрономических объектов и мероприятий являются южные регионы страны (Краснодарский край, Республика Крым и др.). По нашему мнению, это обусловлено тем, что в силу воздействия благоприятных природно-климатических условий эти туристские дестинации имеют обширную базу локальных продуктов (продукция сельского хозяйства, садоводства, виноградарства, рыболовства), а также глубокие и самобытные кулинарные традиции, сформировавшиеся в результате интеграции и взаимопроникновения культур народов, издавна проживавших на юге страны.

В Республике Крым гастрономический туризм развивается в тесной связи с сельским и винным туризмом. Законом РК «О туристской деятельности в Республике Крым» отдельно не выделяется гастрономический туризм, но в региональных программах он рассматривается как важная составляющая турпродукта [33].

Фундаментом развития гастрономического туризма в Крыму является богатое агропромышленное и винодельческое наследие. На полуострове функционируют десятки виноделен (Alma Valley, Массандра, Новый Свет, Коктебель, Солнечная Долина и др.), сыроварен (торговые марки «Маркур», «С миром за сыром», «Феодоро», «Таврика»), рыбных и устричных ферм, а также фермерских хозяйств, предлагающих экскурсии, дегустации и мастер-классы.

В Краснодарском крае гастрономический туризм также активно развивается, особенно в винодельческих районах (Абрау-Дюрсо, Геленджик, Темрюкский район). Здесь работают крупные винодельческие хозяйства, сыроварни, фермы по выращиванию овощей и фруктов. Ежегодно проводятся гастрономические фестивали – «Вина России», «Огненная еда», «Кубанский стол» и др.

Учитывая специфику действующих объектов гастрономического туризма в этих регионах, считаем возможным осуществить их группировку по видам деятельности (табл. 3).

Таблица 3 – Объекты гастрономического туризма Крыма и Краснодарского края

Группа объектов	Примеры объектов
Фермерские хозяйства (растениеводство, животноводство, птицеводство)	– Крым: КФХ «Козье царство», ферма «Чудо-Ослик», кроликоферма, страусиные фермы. – Краснодарский край: ферма «Кубанская нива», страусиная ферма, козьи и овечьи фермы.
Рыбные и мидийно-устричные хозяйства	– Крым: рыбная ферма «Капитан Крюк», усадьба «Рыбацкий хутор», мидийные фермы в Сакском районе. – Краснодарский край: устричные фермы в Анапе, Темрюкском районе.
Лавандовые и эфиромасличные фермы	– Крым: ООО «Лаванда», Lavender Family, Viva Lavanda, лавандовые поля в Бахчисарайском районе. – Краснодарский край: лавандовая ферма «Берег 13» на берегу Таманского залива.
Гастрономические фестивальные площадки	– Крым: «Ноябрьфест», «Гастролис», фестиваль «Крымский обед», «Вина Крыма», «Сырный фестиваль». – Краснодарский край: фестиваль «Вина России», «Кубанский стол», «Огненная еда».

Источник: составлено авторами

Анализ специфики деятельности объектов гастрономического туризма позволяет отметить, что визитной карточкой многих регионов становятся не только традиционные блюда, но и брендовые продукты: крымские вина, лавандовое масло, черноморская рыба, сыры, кубанские овощи и фрукты.

Как показывает практика, развитие гастрономического туризма особенно актуально для районов с недостаточно развитой традиционной туристской инфраструктурой, так как позволяет привлечь туристов в межсезонье и диверсифицировать экономику сельских территорий.

Обобщая результаты практического опыта развития гастрономического туризма в регионах РФ, можно выделить следующие основные тренды:

1. Интеграция гастрономии в образовательные программы (школьные экскурсии на фермы и производства, мастер-классы для детей).

2. Развитие событийного гастротуризма (проведение фестивалей, ярмарок, конкурсов, гастрономических недель).

3. Активное использование цифровых платформ (мобильные приложения с картами гастромаршрутов, онлайн-бронирование мастер-классов).

4. Повышение внимания к локальности и аутентичности – использование только местных продуктов, сохранение традиционных рецептов.

5. Популяризация эногастрономического туризма, сочетающего винные дегустации с кулинарными мастер-классами и гастрономическими ужинами.

6. Включение гастрономических маршрутов в программы социального и школьного туризма (по инициативе РСТ и Минэкономразвития).

Таким образом, потенциал гастрономического туризма в России огромен, и его развитие становится важным фактором устойчивого роста внутреннего туризма и социально-экономического развития регионов.

На федеральном уровне для успешного продвижения и развития гастрономического туризма в регионах России первоочередное внимание необходимо уделить реализации следующих инициатив (рис. 4).

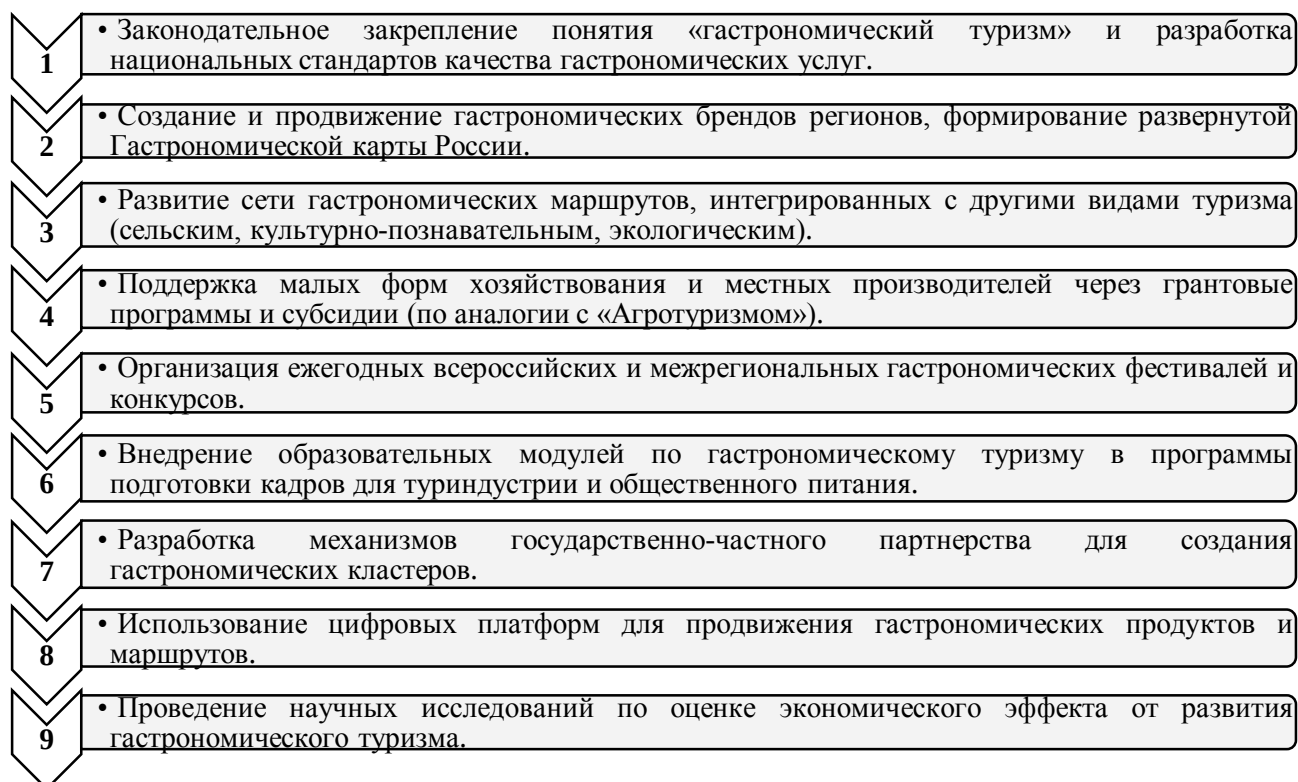


Рисунок 4 – Мероприятия по продвижению и развитию гастрономического туризма

Источник: составлено авторами

Выводы. Проведенное исследование позволяет подвести итог, что гастрономический туризм в России находится на этапе активного роста и является одним из приоритетных направлений внутреннего туризма. Его развитие способствует диверсификации региональной экономики, созданию новых рабочих мест, сохранению локальных кулинарных традиций и формированию узнаваемых территориальных брендов.

Однако для полной реализации потенциала развития гастротуризма необходимо устранить выявленные барьеры: законодательно закрепить понятие гастрономического туризма, разработать стандарты качества оказания гастрономических услуг, улучшить инфраструктуру индустрии туризма и гастроиндустрии, а также уделить внимание решению проблемы дефицита квалифицированных кадров в отрасли.

Важную роль в продвижении гастрономического туризма играют проекты федерального уровня («ПроЕДУ по России!», ежегодные гастрономические премии) и цифровые платформы, обеспечивающие доступность информации для туристов.

Перспективным направлением является также интеграция гастромаршрутов в образовательные и социальные программы, что позволит привлечь молодежную аудиторию и увеличить туристский поток в межсезонье.

Таким образом, гастрономический туризм в России обладает высоким потенциалом и может стать действенным инструментом устойчивого социально-экономического развития регионов при условии комплексного подхода к устранению выявленных проблем и активного внедрения обозначенных стратегических инициатив.

Список использованной литературы:

1. Сайт Министерства экономического развития РФ. «Развитие туризма в регионах: итоги 2025 года и тренды 2026 года (результаты исследования)». URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/eksperty_nazvali_avtoturizm_i_gastronomiyu_gla_vnymi_dravverami_turpoezdok.html (дата обращения: 12.08.2026).
2. Сайт Агентства стратегических инициатив «Развитие гастрономической индустрии «ПроЕДУ по России!». URL: <https://asi.ru/tourism/proedu/?ysclid=mt4q8v9ikl516201398> (дата обращения: 13.08.2026).
3. Сыркова И.С., Кочеван Р.С. Гастрономический туризм как перспективное направление индустрии туризма и гостеприимства // Человек. Социум. Общество. 2026. № 1. С. 229–234.
4. Мерцалова С.Л., Цыбакова О.В. Гастрономический туризм как приоритетное направление развития внутреннего туризма в России // Вестник ОрелГИЭТ. 2021. № 4 (58). С. 10–14.
5. Чаусов Н.Ю., Сандомирская А.Ю. Гастрономический туризм как перспективное направление развития внутреннего туризма в России // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 1. № 8 (140). С. 55–64.
6. Боджгуа А.Ю. Региональные аспекты развития гастрономического туризма в России // Известия Субтропического научного центра Российской академии наук. 2023. № 3-3. С. 1–20.
7. Боджгуа А.Ю., Чуваткин П.П. Этно-гастрономический туризм: проблемы и перспективы развития. 2022. 248 с.
8. Василенко Е.В. Решение проблемы сезонности в туризме за счет развития гастрономического туризма в Краснодарском крае // Интегрированные коммуникации в спорте и туризме: образование, тенденции, международный опыт. 2020. № 1. С. 27–30.
9. Чупина И.П. Гастрономический туризм как разновидность туризма в регионе: Свердловская область // Аграрное образование и наука. 2025. № 1. С. 8–14.
10. Ткачук П.Ю. Гастрономический туризм как фактор развития внутреннего туризма Луганской Народной Республики // Торговля и рынок. 2018. № 4-1 (48). С. 204–209.
11. Уварова М.В., Старикова Е.В. Гастрономический туризм в Республике Татарстан как драйвер развития регионального туризма // Вестник Ассоциации вузов туризма и сервиса. 2024. Т. 14. № 2. С. 96–104.

12. *Ханина А.В., Мустафаева Л.В.* Гастрономический туризм на юге России: анализ исторических предпосылок // Профессорский журнал. Серия: Рекреация и туризм. 2025. № 2 (26). С. 53–60.
13. *Карпов Д.В.* Гастрономический туризм в Поволжье // Исторический бюллетень. 2025. Т. 8. № 7. С. 96–103.
14. *Воробьева М.С., Нехаева Н.Е.* Понятие и особенности гастрономического туризма // Тенденции развития науки и образования. 2017. № 32-3. С. 45–49.
15. *Климова Т.Б., Мячикова Н.И.* Перспективы развития гастрономического туризма в Белгородской области // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2016. Т. 2. № 3. URL: <https://rrbusiness.ru/journal/article/814/?ysclid=mt494jd9lv666350624> (дата обращения: 13.08.2026).
16. «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации»: федеральный закон Российской Федерации № 132-ФЗ от 24.11.1996 г. (ред. от 04.07.2026 г.). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12462/bb9e97fad9d14ac66df4b6e67c453d1be3b77b4c/ (дата обращения: 13.08.2026).
17. Вкусная страна. Как гастрономический туризм развивает локальные кухни/ URL: <https://newprospect.ru/news/vkusnaya-strana.-kak-gastronomicheskij-turizm-razvivaet-lokalnyie-kuxni> (дата обращения: 13.08.2026).
18. Лучшие практики гастрономической индустрии регионов России. URL: https://files-k2.asi.ru/iblock/39d/39dcf2e5cd38324e41ae01f59885e650/Luchshie_praktiki_gastroindustrii_regionov_Rossii_2025_2_.pdf (дата обращения: 13.08.2026).
19. «Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года»: распоряжение Правительства РФ № 2129-р от 20.09.2019 г. (в редакции распоряжения Правительства РФ № 1379-р от 29.05.2025 г.). URL: <http://government.ru/docs/all/123838/> (дата обращения: 13.08.2026).
20. Гастрогиды по России: онлайн-навигатор по регионам РФ. URL: <https://gastromap-guides.rbc.ru/> (дата обращения: 13.08.2026).
21. 50 Best Tastes of Russia. URL: <https://www.tastesofrussia.ru/> (дата обращения: 14.08.2026).
22. Гастрономический туризм. Туристический портал Республики Крым. URL: <https://travelcrimea.com/gastroturizm/> (дата обращения: 13.08.2026).
23. «Restoclub». Официальный сайт. URL: <https://www.restoclub.ru/about#> (дата обращения: 13.08.2026).
24. Свое в городе / ресторанный гид от Россельхозбанка. URL: <https://svoe-zagorodom.ru/incity/> (дата обращения: 13.08.2026).
25. Гастрономический туризм растет почти на 16 % в год. URL: <https://rst.ru/novosti/novosti-turizm/gastronomicheskij-turizm-rastet-pochti-na-16-v-god.html?ysclid=mt4xxnkvns937706399> (дата обращения: 13.08.2026).
26. «Суточно.ру»: в России спрос на гастрономический туризм вырос на 30 %. URL: <https://tass.ru/ekonomika/24692435> (дата обращения: 13.08.2026).
27. Вкус вместо моря: гастротуризм превращается в главный драйвер путешествий. URL: <https://www.newsinfo.ru/news/gastronomic-tourism-russia/924033/> (дата обращения: 13.08.2026).
28. ТАСС: Казань признали гастрономической столицей России. URL: <https://rospatent.gov.ru/ru/news/tass-08022021?ysclid=mt5po8mj3975919082> (дата обращения: 13.08.2026).
29. Санкт-Петербург получил официальный статус кулинарной столицы России. URL: <https://tass.ru/obschestvo/19277261?ysclid=mt5pqzqi4940314463> (дата обращения: 13.08.2026).
30. В рамках программы АСИ «ПроЕДУ по России!» 13 регионов представили гастроблюда. URL: <https://tass.ru/obschestvo/25465657> (дата обращения: 13.08.2026).
31. Гастрономический маршрут «Искусство есть». URL: <https://путешествуем.пф/article/gastronomicheskij-marshrut-iskusstvo-est?ysclid=mt5t7lwp97172366186> (дата обращения: 13.08.2026).

32. В Петербурге наградили победителей V Всероссийской премии «Регионы туризма и гостеприимства». URL: https://profi.travel/news/63911/details?_ysclid=mt5tuno63236002685 (дата обращения: 13.08.2026).
33. «О туристской деятельности в Республике Крым»: закон Республики Крым № 51-ЗПК от 14.08.2014 г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/413901877> (дата обращения: 13.08.2026).

References:

1. *Sayt Ministerstva ekonomicheskogo razvitiya RF «Razvitie turizma v regionah: itogi 2025 goda i trendy 2026 goda (rezul'taty issledovaniya)»* [Site of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation “Regional tourism development: 2025 results and 2026 trends (research findings)”]. (In Russian). Available at: https://www.economy.gov.ru/material/news/eksperty_nazvali_avtoturizm_i_gastronomiyu_gla_vnymi_drayverami_turpoezdok.html (accessed 12.08.2026).
2. *Sayt Agentstva strategicheskikh iniciativ «Razvitie gastronomicheskoy industrii «ProEDU po Rossii!»* [Site Agency for Strategic Initiatives “Development of the Gastronomic Industry: “ProEDU po Rossii!”]. (In Russian). Available at: <https://asi.ru/tourism/proedu/?ysclid=mt4q8v9ikl516201398> (accessed 13.08.2026).
3. Syrkova I.S., Kocheyan R.S. Gastronomicheskij turizm kak perspektivnoe napravlenie industrii turizma i gostepriimstva [Gastronomic tourism as a promising direction of the tourism and hospitality industry]. *CHelovek. Socium. Obshchestvo* [Human. Society. Community], 2026, no. 1, pp. 229–234. (In Russian).
4. Mercalova S.L., Cybakova O.V. Gastronomicheskij turizm kak prioritetnoe napravlenie razvitiya vnutrennego turizma v Rossii [Gastronomic tourism as a priority direction for the development of domestic tourism in Russia]. *Vestnik OrelGIET* [Bulletin of OrelGIET], 2021, no. 4 (58), pp. 10–14. (In Russian).
5. Chausov N.Yu., Sandomirskaya A.YU. Gastronomicheskij turizm kak perspektivnoe napravlenie razvitiya vnutrennego turizma v Rossii [Gastronomic tourism as a promising direction for the development of domestic tourism in Russia]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and Management: Problems, Solutions], 2023, vol. 1, no. 8 (140), pp. 55–64. (In Russian).
6. Bodzhgua A.Yu. Regional'nye aspekty razvitiya gastronomicheskogo turizma v Rossii [Regional aspects of the development of gastronomic tourism in Russia]. *Izvestiya Subtropicheskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk* [Proceedings of the Subtropical Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2023, no. 3-3, pp. 1–20. (In Russian).
7. Bodzhgua A.Yu., Chuvatkin P.P. *Etno-gastronomicheskij turizm: problemy i perspektivy razvitiya* [Ethno-gastronomic tourism: problems and prospects of development], 2022, 248 p. (In Russian).
8. Vasilenko E.V. Reshenie problemy sezonnosti v turizme za schet razvitiya gastronomicheskogo turizma v Krasnodarskom krae [Solving the problem of seasonality in tourism through the development of gastronomic tourism in the Krasnodar Territory]. *Integrirrovannye kommunikacii v sporte i turizme: obrazovanie, tendencii, mezhdunarodnyj opyt* [Integrated Communications in Sports and Tourism: Education, Trends, International Experience], 2020, no. 1, pp. 27–30. (In Russian).
9. Chupina I.P. Gastronomicheskij turizm kak raznovidnost' turizma v regione: Sverdlovskaya oblast' [Gastronomic tourism as a type of tourism in the region: Sverdlovsk region]. *Agrarnoe obrazovanie i nauka* [Agricultural Education and Science], 2025, no. 1, pp. 8–14. (In Russian).
10. Tkachuk P. Yu. Gastronomicheskij turizm kak faktor razvitiya vnutrennego turizma Luganskoj Narodnoj Respubliki [Gastronomic tourism as a factor in the development of domestic tourism in the Luhansk People's Republic]. *Torgovlya i rynek* [Trade and Market], 2018, no. 4-1 (48), pp. 204–209. (In Russian).
11. Uvarova M.V., Starikova E.V. Gastronomicheskij turizm v Respublike Tatarstan kak drayver razvitiya regional'nogo turizma [Gastronomic tourism in the Republic of Tatarstan as a driver of regional tourism development]. *Vestnik Associacii vuzov turizma i servisa* [Bulletin of the

- Association of Universities of Tourism and Service], 2024, vol. 14, no. 2, pp. 96–104. (In Russian).
12. Hanina A.V., Mustafaeva L.V. Gastronomicheskij turizm na yuge Rossii: analiz istoricheskikh predposylok [Gastronomic tourism in the south of Russia: analysis of historical prerequisites]. *Professorskiy zhurnal. Seriya: Rekreatsiya i turizm* [Professor's Journal. Series: Recreation and Tourism], 2025, no. 2 (26), pp. 53–60. (In Russian).
 13. Karpov D.V. Gastronomicheskij turizm v Povolzh'e [Gastronomic tourism in the Volga region]. *Istoricheskiy byulleten'* [Historical Bulletin], 2025, vol. 8, no. 7, pp. 96–103. (In Russian).
 14. Vorob'eva M.S., Nekhaeva N.E. Ponyatie i osobennosti gastronomicheskogo turizma [The concept and features of gastronomic tourism]. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the Development of Science and Education], 2017, no. 32-3, pp. 45–49. (In Russian).
 15. Klimova T.B., Myachikova N.I. Perspektivy razvitiya gastronomicheskogo turizma v Belgorodskoj oblasti [Prospects for the development of gastronomic tourism in the Belgorod region]. *Nauchnyj rezul'tat. Tekhnologii biznesa i servisa* [Scientific Result. Business and Service Technologies], 2016, vol. 2, no. 3. (In Russian). Available at: <https://rrbusiness.ru/journal/article/814/?ysclid=mt494jd9lv666350624> (accessed 13.08.2026).
 16. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 132-FZ of November 24, 1996 (as amended on July 4, 2026) «*Ob osnovah turistskoj deyatel'nosti v Rossijskoj Federacii*» [“On the Fundamentals of Tourism Activities in the Russian Federation”]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12462/bb9e97fad9d14ac66df4b6e67c453d1be3b77b4c/ (accessed 13.08.2026).
 17. *Vkusnaya strana. Kak gastronomicheskij turizm razvivaet lokal'nye kuhni* [A Delicious Country: How Gastronomic Tourism Develops Local Cuisines]. (In Russian). Available at: <https://newprospect.ru/news/vkusnaya-strana.-kak-gastronomicheskij-turizm-razvivaet-lokalnyie-kuxni> (accessed 13.08.2026).
 18. *Luchshie praktiki gastronomicheskoy industrii regionov Rossii* [Best practices of the gastronomic industry in Russia's regions]. (In Russian). Available at: https://files-k2.asi.ru/iblock/39d/39dcf2e5cd38324e41ae01f59885e650/Luchshie_praktiki_gastroindustrii_regionov_Rossii_2025_2_.pdf (accessed 13.08.2026).
 19. Russian Federation. Order of the Government of the Russian Federation № 2129-r of September 20, 2019, (as amended by Order of the Government of the Russian Federation № 1379-r of May 29, 2025) «*Strategiya razvitiya turizma v Rossijskoj Federacii na period do 2035 goda*» [“Tourism Development Strategy of the Russian Federation for the Period up to 2035”]. (In Russian). Available at: <http://government.ru/docs/all/123838/> (accessed 13.08.2026).
 20. *Gastrogidy po Rossii: onlajn-navigator po regionam RF* [Gastronomic Guides to Russia: Online Navigator for Russian Regions]. (In Russian). Available at: <https://gastromap-guides.rbc.ru/> (accessed 13.08.2026).
 21. *50 Best Tastes of Russia*. (In English). Available at: <https://www.tastesofrussia.ru/> (accessed 13.08.2026).
 22. *Gastronomicheskij turizm. Turisticheskij portal Respubliki Krym* [Gastronomic Tourism. Tourism Portal of the Republic of Crimea]. (In Russian). Available at: <https://travelcrimea.com/gastroturizm/> (accessed 13.08.2026).
 23. *Sayt «Restoclub»*. [Site “Restoclub”]. (In Russian). Available at: <https://www.restoclub.ru/about#> (accessed 13.08.2026).
 24. *Svoe v gorode / restorannyj gid ot Rossel'hozbanka* [Local Flavors / A Restaurant Guide by Russian Agricultural Bank]. (In Russian). Available at: <https://svoe-zagorodom.ru/incity/> (accessed 13.08.2026).
 25. *Gastronomicheskij turizm rastet pochni na 16 % v god* [Gastronomic tourism is growing by nearly 16% annually]. (In Russian). Available at: <https://rst.ru/novosti/novosti-turizm/gastronomicheskij-turizm-rastet-pochti-na-16-v-god.html?ysclid=mt4xxnkvns937706399> (accessed 13.08.2026).
 26. «*Sutochno.ru*»: *v Rossii spros na gastronomicheskij turizm vyros na 30 %* [Sutochno.ru: Demand for culinary tourism in Russia has risen by 30 %]. (In Russian). Available at:

- <https://tass.ru/ekonomika/24692435> (accessed 13.08.2026).
27. *Vkus vmesto morya: gastroturizm prevrashchaetsya v glavnyj drajver puteshestvij* [Taste over the sea: gastro-tourism is becoming a key driver of travel]. (In Russian). Available at: <https://www.newsinfo.ru/news/gastronomic-tourism-russia/924033/> (accessed 13.08.2026).
 28. TASS: *Kazan' priznali gastronomicheskoy stolicej Rossii* [TASS: Kazan named gastronomic capital of Russia]. (In Russian). Available at: <https://rospatent.gov.ru/ru/news/tass-08022021?ysclid=mt5po8mj3975919082> (accessed 13.08.2026).
 29. *Sankt-Peterburg poluchil oficial'nyj status kulinarnoj stolicy Rossii* [St. Petersburg has received the official status of Russia's culinary capital]. (In Russian). Available at: <https://tass.ru/obschestvo/19277261?ysclid=mt5pqzqi4940314463> (accessed 13.08.2026).
 30. *V ramkah programmy ASI «ProEDU po Rossii!» 13 regionov predstavili gastroblyuda* [As part of the ASI's "ProEDU po Rossii!" program, 13 regions presented their culinary specialties]. (In Russian). Available at: <https://tass.ru/obschestvo/25465657> (accessed 13.08.2026).
 31. *Gastronomicheskij marshrut «Iskusstvo est'»* ["The Art of Eating" Gastronomic Route]. (In Russian). Available at: <https://puteshestvuem.rf/article/gastronomicheskij-marshrut-iskusstvo-est?ysclid=mt5t7lwp97172366186> (accessed 13.08.2026).
 32. *V Peterburge nagradili pobeditelej V Vserossijskoj premii «Regiony turizma i gostepriimstva»* [Winners of the 5th All-Russian "Tourism and Hospitality Regions" Award were honored in St. Petersburg]. (In Russian). Available at: <https://profi.travel/news/63911/details?ysclid=mt5tuno63236002685> (accessed 13.08.2026).
 33. Russian Federation. Law of the Republic of Crimea № 51-ZRK of August 14, 2014, «*O turistskoj deyatel'nosti v Respublike Krym*» ["On Tourism Activities in the Republic of Crime"] (In Russian). Available at: <https://docs.cntd.ru/document/413901877> (accessed 13.08.2026).

Сведения об авторах / Information about authors

Скараник Станислава Степановна	канд. экон. наук, доцент кафедры «Туризм, сервис и гостиничный бизнес» Севастопольский государственный университет 299015, г. Севастополь, ул. Курчатова, 7
Skaranik Stanislava Stepanovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Tourism, Service and Hotel Business Sevastopol State University 299015, Sevastopol, Kurchatov str., 7
Верна Вероника Валериевна	канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры туризма, менеджмента и социально-культурной деятельности Крымский университет культуры, искусств и туризма 295017, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 39 доцент кафедры менеджмента и государственного управления Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова 295015, г. Симферополь, пер. Учебный, д. 8 nica2605@rambler.ru
Verna Veronica Valerievna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Departments of Tourism, Management, and Socio-Cultural Activities Crimean University of Culture, Arts and Tourism 295017, Republic of Crimea, Simferopol, Kyevska str., 39 Associate Professor of the Department of Management and Public Administration Crimean Engineering and Pedagogical University the name of Fevzi Yakubov 295015, Simferopol, Training Lane, 8 nica2605@rambler.ru

УДК 338.43:631.1

Труба А.С., Ковалева Е.В., Помпаева С.Н.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. В статье проанализирована проблема деградации земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации. Определено, что ориентация субъектов рынка на краткосрочную экономическую ренту противоречит с задачами сохранения плодородия и устойчивого развития сельских территорий. Разработана комплексная методология оценки результативности землепользования на основе матрицы дисконтированной эффективности, которая позволяет интегрировать стоимостные, натуральные и экологические показатели и приводить разновременные затраты к сопоставимому виду. Предложенный инструмент дает возможность выявить убыточные участки, ранжировать землепользователей по уровню эффективности и обосновать перераспределение угодий от неэффективных собственников к более эффективным. Практическая значимость исследования заключается в создании механизма согласования интересов государства, агробизнеса и сельского населения для предотвращения истощения почвенного потенциала и обеспечения продовольственной безопасности государства.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, эффект, эффективность, эффективность использования земель, показатели экономической эффективности, субъекты землепользования, интегральный показатель, матрица эффективности.

Truba A.S., Kovaleva E.V., Pompaeva S.N.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO DETERMINING THE EFFICIENCY OF LAND RESOURCE USE IN AGRICULTURE

Abstract. This article analyzes the problem of agricultural land degradation in the Russian Federation. It is determined that market participants' focus on short-term economic rent conflicts with the goals of maintaining fertility and sustainable development in rural areas. A comprehensive methodology for assessing land use performance has been developed based on a discounted efficiency matrix, which integrates cost, natural, and environmental indicators and reduces costs across time to a comparable level. The proposed tool makes it possible to identify unprofitable plots, rank land users by efficiency, and justify the redistribution of land from inefficient to more efficient owners. The practical significance of this study lies in the creation of a mechanism for aligning the interests of the state, agribusiness, and the rural population to prevent soil depletion and ensure food security.

Keywords: agricultural land, effect, efficiency, land use efficiency, economic efficiency indicators, land use entities, integral indicator, efficiency matrix.

Введение. Введение. В текущей макроэкономической и климатической обстановке стратегическим императивом для обеспечения продовольственной безопасности, наращивания агропромышленного потенциала и улучшения социальных показателей выступает создание эффективной системы землепользования [1]. Устойчивый рост АПК, увеличение объемов производства и повышение качества жизни напрямую зависит от перехода к рациональному использованию земельных ресурсов, что признается одним из ключевых ориентиров развития России [2]. Однако, текущая существующая динамика вызывает серьезную обеспокоенность: сельхозугодья стремительно теряют плодородие из-за эрозии, загрязнения, минерализации органики, засоления и опустынивания [3].

Несмотря на закрепление рационального использования земель в качестве приоритетной цели во многих государственных программах Российской Федерации, сельскохозяйственные угодья подвергаются интенсивной деградации: ускоряются процессы водной и ветровой эрозии, истощается гумусовый слой, прогрессируют засоление, уплотнение и опустынивание

почвенного покрова.

Основная причина кризиса кроется в дисбалансе действующей модели управления, ориентированной преимущественно на извлечение краткосрочной экономической ренты [4]. Субъекты аграрного рынка, как крупные агрохолдинги, так и малые фермерские хозяйства, пренебрегают задачами воспроизводства плодородия. В условиях климатических аномалий это приводит к технологической оптимизации за счет сокращения затрат на мелиорацию и защиту угодий, что системно снижает производственный потенциал территорий [1].

Цель исследования – разработать и обосновать комплексную методологию оценки результативности использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве, интегрирующую стоимостные, натуральные и экологические показатели с учетом современных требований к продовольственной безопасности страны и устойчивого землепользования.

Материалы и методы исследования. Теоретическую базу исследования составили труды отечественных и зарубежных авторов в области аграрной экономики и землеустройства.

Так, эффективность использования земель сельскохозяйственного назначения с позиции сельскохозяйственного товаропроизводителя рассматривалась в работах М.Ш. Махотловой [5], О.Н. Кусакиной [6], Д.Д. Лукманова, Д.Р. Юмагужиной, Л.Ф. Барлыбаева [7] и др.

При этом в юридической и экономической науке сложилось несколько подходов к определению земель сельскохозяйственного назначения. Так, И. А. Минаков трактует данную категорию как всю совокупность территорий, предоставленных товаропроизводителям для ведения аграрной деятельности [8]. При этом исследователь подчеркивает, что ядром таких земель выступают угодья: пашня, сенокосы, пастбища, залежь и многолетние насаждения. Схожей позиции придерживается Т.С. Воеводина [9], определяющая эти земли как участки, переданные в пользование для нужд сельского хозяйства. Многообразие подходов к определению земель сельскохозяйственного назначения, в также результативности их использования предопределяет необходимость в более детальном изучении данной проблематики как в части теоретического осмысления понятия «земли сельскохозяйственного назначения», так и в части выработки новых рекомендаций по повышению эффективности землепользования.

Для достижения цели исследования был использован соответствующий инструментарий, а именно: системный анализ, компаративистский метод и историческая ретроспектива, методы экономико-математического моделирования, абстрагирования и формализации.

Результаты исследования и их обсуждение. В соответствии со статьей 7 Земельного кодекса РФ все земли в Российской Федерации классифицируются по целевому назначению на семь групп: сельскохозяйственного назначения; населённых пунктов; промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, космической деятельности, обороны, безопасности и иного специального назначения; особо охраняемых территорий и объектов; лесного фонда; водного фонда; запаса [10].

Земли сельскохозяйственного назначения – одна из ключевых категорий земельного фонда, обеспечивающая продовольственную независимость государства и рост его экономического потенциала. По состоянию на 2024 год Российская Федерация занимала пятое место в мире по площади таких территорий (рисунок 1).

Согласно статье 77 Земельного кодекса РФ, к землям сельскохозяйственного назначения относятся территории, расположенные за пределами населенных пунктов и предоставленные или предназначенные для нужд аграрной отрасли [10, ст. 77]. Ввиду их высокой ценности действующее законодательство устанавливает для данной категории особый правовой режим. Он проявляется в специфике охраны почв, порядке предоставления прав пользования и усложненной процедуре перевода таких участков в другие категории.

Состав этих земель конкретизирован в статьях 77 и 79 ЗК РФ (рисунок 2). При этом статья 85 Кодекса допускает ведение сельского хозяйства непосредственно в границах поселений, а именно на участках, отнесенных градостроительными регламентами к территориальным зонам сельскохозяйственного использования.

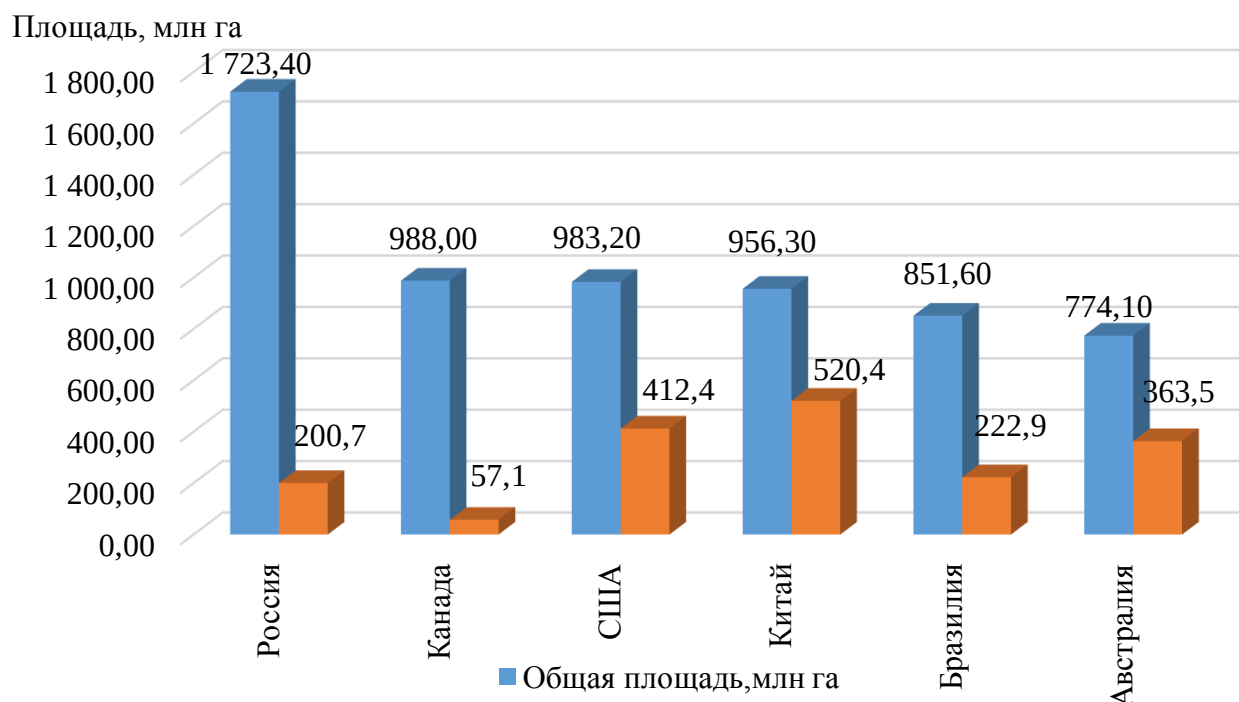


Рисунок 1 – Общая площадь и площадь земель сельскохозяйственного назначения стран мира [11]

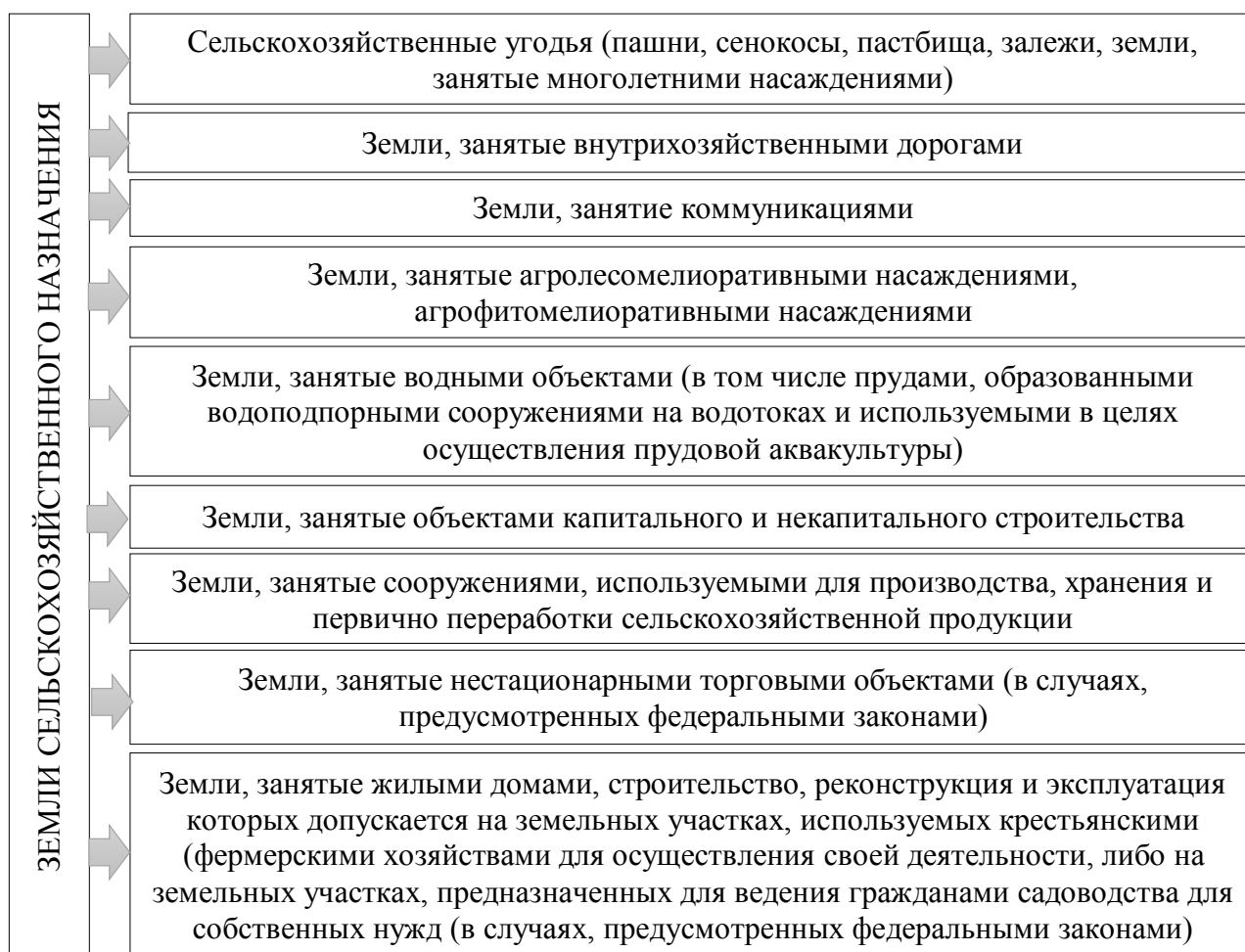


Рисунок 2 – Состав земель сельскохозяйственного назначения [10, ст.77, 79].

В соответствии со статьей 7 Земельного кодекса РФ [10], использование любого

земельного участка допускается исключительно в рамках его целевого назначения и установленных видов разрешенного использования (основных, условно-разрешенных или вспомогательных). Детализация этих видов для сельскохозяйственной сферы приведена в Классификаторе Росреестра (Приказ от 10.11.2020 № П/0412).

В частности, для земель сельхозназначения предусмотрены такие направления деятельности, как растениеводство (включая выращивание зерновых, овощей, лекарственных культур, льна, конопли, садоводство и виноградарство), животноводство (скотоводство, птицеводство, свиноводство с возможностью хранения и переработки продукции), а также пчеловодство, рыбоводство, научное обеспечение отрасли, ведение личного подсобного хозяйства на полевых участках, создание питомников и обеспечение производства. При этом гражданский оборот данных территорий регулируется профильным Федеральным законом от 24.07.2002 № 101-ФЗ.

Среди земель сельскохозяйственного назначения выделяют особо ценные земли. Земельный кодекс РФ к таким землям относит земельные участки, кадастровая стоимость которых значительно выше среднего уровня кадастровой стоимости земельных участков по муниципальному району, а также земельные участки сельскохозяйственные угодья опытно-производственных подразделений научных организаций и учебно-опытных подразделений образовательных организаций высшего образования [10, ст. 79]. В тоже время Закон Московской области от 12.06.2004 № 75/2004-ОЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения на территории Московской области» конкретизирует ЗК РФ: под особо ценными землями сельскохозяйственного назначения Московской области понимает земельные участки, кадастровая стоимость которых превышает 10% от среднего уровня кадастровой стоимости по городскому округу, а также расширен состав особо ценных земель, установленный ЗК РФ, наряду с перечисленными относятся искусственно орошаемые сельскохозяйственные угодья и осушаемые земли со стационарными оросительными и закрытыми осушительными системами.

Для особо ценных земель установлен особый порядок использования, так как они подлежат особой охране.

Распоряжением Правительства РФ от 26.01.2017 N 104-р «Об утверждении перечня субъектов Российской Федерации, территории которых относятся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции территориям» утверждён перечень субъектов Федерации, территории которых относятся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции: Республика Алтай, Республика Бурятия, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Республика Калмыкия, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Карелия, Республика Коми, Республика Саха (Якутия), Республика Северная Осетия – Алания, Республика Тыва, Камчатский край, Пермский край, Приморский край, Хабаровский край, Архангельская область, Брянская область, Волгоградская область, Ивановская область, Кемеровская область, Магаданская область, Сахалинская область, Томская область, Тюменская область (без автономных округов), Еврейская автономная область, Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Чукотский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ. Данный перечень будет использован Минсельхозом России для классификации мер поддержки сельского хозяйства и возможной компенсации дополнительных затрат, обусловленных воздействием неблагоприятных факторов на производство сельскохозяйственной продукции.

Результативность использования сельскохозяйственных земель напрямую зависит от того, насколько рационально они эксплуатируются. Между тем рост городов и усиление антропогенного давления ведут к устойчивому сокращению площади таких угодий, снижению их плодородия и прогрессирующей деградации почв.

При этом экономическая эффективность данной категории представляет собой не абсолютный, а относительный показатель, детерминированный интересами участников земельных отношений. То, что выгодно агропроизводителю, может расходиться с государственными приоритетами; прибыль крупного агрохолдинга зачастую достигается за

счёт социально-экономического положения сельских территорий. Как показывает обзор научной литературы, это порождает множество трактовок, так как исследователи определяют эффективность по-разному: в зависимости от задач работы, масштаба анализа и набора учитываемых факторов.

Для сельхозпроизводителя оценка землепользования строится вокруг способности актива приносить максимум дохода при заданных затратах ресурсов. Основными измерителями являются такие показатели, как прибыль на гектар, рентабельность, урожайность. Обычно горизонт планирования ограничен текущим операционным циклом. Исключение составляют среднесрочные расчёты (3-5 лет) при внедрении новых агротехнологий, смене культур или корректировке севооборотов. Долгосрочный анализ (10 лет и более) встречается редко, в основном в связи с капиталоемкими проектами по мелиорации и восстановлению плодородия. Критерии эффективности зависят и от масштаба бизнеса. Так, для мелких фермеров важна интенсивность использования земли, для крупных холдингов основным критерием выступает стабильность результатов на больших площадях. К тому же любая подобная оценка не может быть объективной без учёта пространственной неоднородности природно-климатических условий, качества почв и развитости инфраструктуры.

Экономическая эффективность землепользования для товаропроизводителей складывается из системы прямых и косвенных показателей. Прямые индикаторы: землеотдача, землеёмкость, валовой и чистый доход с единицы площади, прибыль, урожайность культур, объёмы животноводческой продукции. Косвенные: уровень освоенности территории, распаханность угодий, доля интенсивных культур в структуре посевов, удельный вес орошаемых земель.

При этом восприятие эффективности принципиально различается у собственника земли и арендатора. Для владельца она измеряется способностью актива приносить максимальный доход при минимальных затратах на владение. Основные рыночные индикаторы в данном случае: кадастровая стоимость и арендная плата, в то время как задачи собственника – это, прежде всего, максимизация рентного дохода и капитализация актива за счет роста кадастровой стоимости, что увеличивает потенциальную выручку при продаже. Для арендатора, напротив, рост арендной нагрузки зачастую является результатом переоценки кадастра и становится фактором снижения рентабельности.

Собственник сельхозземель ориентируется на среднесрочный горизонт (5–10 лет), что связано не только с условиями аренды, но и с динамикой рыночной капитализации. Его экономический интерес двойствен: он заинтересован как в максимизации текущей арендной платы, так и в долгосрочных вложениях в плодородие, как гарантии будущего денежного потока.

Государство оценивает эффективность землепользования иначе – через призму общественно значимых целей. Финансовый результат отдельного производителя здесь вторичен по сравнению с социально-экономическими эффектами. Ключевые индикаторы: сохранение занятости на селе и предотвращение вывода угодий из оборота.

Государственное управление оперирует наиболее длительными временными шкалами, в силу задач устойчивого развития. Годовая налоговая отчётность служит оперативным инструментом; выполнение программ оценивается в среднесрочной перспективе (5–10 лет); в то время, как фундаментальный критерий долгосрочной успешности – это, безусловно, продовольственная безопасность и поддержание нейтрального баланса деградации земель.

Экономическая эффективность использования земель сельскохозяйственного назначения с точки зрения жителя сельских территорий характеризуется степенью удовлетворения потребностей в рабочих местах, экологически безопасной средой, доступом к природным ресурсам (выпасы, сенокосы, леса) и сохранением социальной инфраструктуры, обеспечиваемой сложившейся системой землепользования. Т.П. Гафиятова и О.И. Лебедева утверждают, что эффективность использования земли включает не только минимизацию отчуждаемых территорий, но и необходимость принимать во внимание многочисленные

факторы, влияющие на человека, окружающую среду и производство [12].

Для жителей сельских территорий оценка эффективности землепользования носит комплексный характер и охватывает как краткосрочные, так и долгосрочные горизонты планирования. В отличие от собственников или государства, сельский житель рассматривает эффективность через призму качества жизни, включающего материальные, социальные и нематериальные компоненты.

Текущая эффективность в их понимании определяется доступностью сельскохозяйственных угодий для ведения личного подсобного хозяйства, обеспеченностью рабочими местами и состоянием экологической среды. Долгосрочная же перспектива связывается с устойчивым развитием территории для будущих поколений.

При этом интересы сельского населения зачастую вступают в прямое противоречие с целями других субъектов земельных отношений. Интенсивное земледелие яркий тому пример. Стремясь к максимальной урожайности сейчас, оно истощает почвы, загрязняет воду и тем самым ухудшает качество жизни на селе. Рост кадастровой стоимости тоже даёт обратный эффект: повышает налоги, делает участки недоступными для местных жителей. А когда государство ориентируется на максимизацию фискальных сборов, это нередко оборачивается снижением благосостояния сельских сообществ.

Из этого следует, что при оценке эффективности землепользования нельзя игнорировать пространственные экстерналии. Любые изменения на одних участках сказываются на продуктивности, рыночной цене и экологии соседних территорий. Поскольку единого универсального критерия эффективности нет, необходим векторный подход, включающий анализ по четырём ключевым интересам (производитель, собственник, государство, местное сообщество) с последующим поиском сбалансированного решения.

Чтобы разрозненные представления о результативности превратить в работающую систему измеримых индикаторов, имеет смысл использовать матричный подход к управлению. Его преимущество в том, что он переводит абстрактную категорию «эффективность» в прикладной инструмент: с его помощью можно согласовывать интересы сторон, обосновывать решения, предотвращать деградацию земель и оптимизировать использование ресурсов.

Матрица строится на основе предварительно заданных параметров: целевой субъект землепользования, временной горизонт, границы учёта интересов, включая динамику показателей в долгосрочной перспективе. Для обеспечения сопоставимости данных применение метода дисконтирования является критически важным. Этот приём приводит разновременные затраты и результаты к единому моменту времени, что позволяет корректно сравнивать проекты разной длительности, оценивать эффективность многолетних насаждений и учитывать экономический эффект восстановления плодородия почв.

Сводная матрица эффективности конструируется путем пересечения видов субъектов землепользования (столбцы а) и категорий земель сельскохозяйственного назначения (строки б):

$$E = \begin{bmatrix} e_{11} & \dots & e_{n1} \\ \dots & \dots & \dots \\ e_{1m} & \dots & e_{nm} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где E – эффективность использования земель сельскохозяйственного назначения;

e_{ab} – дисконтированная эффективность использования 1 га вида земель б, входящих в состав земель сельскохозяйственного назначения, субъектом землепользования а.

Эффективность использования 1 га каждого вида земель, входящих в состав земель сельскохозяйственного назначения, у различных субъектов землепользования рассчитывается следующим образом (алгоритм расчета эффекта и затрат при использовании земель сельскохозяйственного назначения различными субъектами землепользования исследован ранее и представлен [13]):

$$e_{ab} = \frac{\sum_{k=1}^r \frac{\Delta_{ab}}{(1+i)^k}}{\sum_{k=1}^r \frac{Z_{ab}}{(1+i)^k}}, \quad (2)$$

где Δ_{ab} – эффект от использования 1 га вида земель m , входящих в состав земель сельскохозяйственного назначения, субъектом землепользования;

n , Z_{ab} – затраты при использовании 1 га вида земель m , входящих в состав земель сельскохозяйственного назначения, субъектом землепользования n ;

k – длительность планирования;

i – ставка дисконтирования.

Рассчитанная таким образом матрица эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения позволит, прежде всего, определить для каждого вида земель, входящих в состав земель сельскохозяйственного назначения, лучшего субъекта землепользования.

Средняя эффективность использования земель сельскохозяйственного назначения различными субъектами может быть рассчитана по формуле 3. Данный показатель позволяет ранжировать землепользователей по уровню эффективности землепользования:

$$e_a = \frac{\sum_{b=1}^m S_{ab} \times e_{ab}}{\sum_{b=1}^m S_{ab}}, \quad (3)$$

где S_{ab} – площадь видов земель, входящих в состав земель сельскохозяйственного назначения, субъекта землепользования.

Идентификация убыточных комбинаций при условии $e_{ab} \leq 0$, позволяет локализовать случаи неэффективного землепользования, сопряженного с финансовыми потерями. Подобные ситуации служат индикатором для проведения углубленной диагностики хозяйственной деятельности и могут потребовать корректирующего вмешательства. Меры реагирования варьируются от оказания прямой финансовой поддержки (субсидирования) до трансформации категории угодий. В дальнейшем матрица эффективности выступает инструментом оптимизации использования земель сельскохозяйственного назначения, в частности, через механизм перераспределения земельных участков между пользователями для устранения выявленных диспропорций.

Выводы. Существующая модель управления землями в России ведет к их деградации, так как большинство аграриев стремится к сиюминутной прибыли, игнорируя восстановление плодородия. Интересы разных участников рынка (фермеров, собственников, государства и сельских жителей) противоречат друг другу: то, что выгодно одному, часто разрушительно для экологии или бюджета.

Для решения проблемы предложена матрица дисконтированной эффективности, которая позволяет как перевести разрозненные данные за разные годы в единый показатель ценности земли на долгосрочную перспективу, так и вычислить эффективность каждого гектара для конкретного пользователя, найти «убыточные» участки и перераспределить их от неэффективных хозяев к тем, кто сможет использовать землю бережнее и продуктивнее.

Этот инструмент помогает согласовать интересы всех сторон, обосновать государственную поддержку и остановить истощение почв ради продовольственной безопасности страны.

Список использованной литературы:

1. Труба А.С., Ковалева Е.В. Теоретические аспекты организационно-экономического механизма ресурсного потенциала АПК // Международный научный журнал. 2024. № 2 (95). С. 7-15. DOI: 10.34286/1995-4638-2024-95-2-7-15.
2. Ковалева Е.В. Арзамасцева Н.В. Формирование основных стратегических направлений развития цифровой трансформации компаний в сельском хозяйстве // Международный

- научный журнал. 2022. № 4 (85). С. 45-54. DOI: 10.34286/1995-4638-2022-85-4-45-54.
3. Шубич М.П., Носов С.И., Бондарев Б.Е. и др. Землеустройство, оценка качества и эффективность использования деградированных земель: экономический и экологический аспекты. М.: Мегapolis, 2019. 422 с.
 4. Ковалева Е.В., Труба А.С., Пузырный Н.А., Кочерыжкина М.С. Рынок технико-технологических ресурсов АПК. М.: Научная библиотека, 2025. 320 с.
 5. Махотлова М.Ш., Кочесок И.А., Шикова Д.З., Хачиев Т.И., Гашиков А.З. Совершенствование землеустройства и эффективность использования земель сельскохозяйственного назначения // Аграрное и земельное право. 2025. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-zemleustroystva-i-effektivnost-ispolzovaniya-zemel-selskohozyaystvennogo-naznacheniya> (дата обращения: 18.07.2026).
 6. Кусакина О., Алексеева Л. Социально-экономическая эффективность использования земельных ресурсов // АПК: экономика, управление. 2008. № 11. С. 55-61.
 7. Лукманов Д.Д., Юмагужина Д.Р., Барлыбаева Л.Ф. Земельная реформа и эффективность использования земли в аграрной сфере экономики. Уфа: Мир печати, 2012. 165 с.
 8. Минаков И.А., Смирнов Г.Е., Касторнов Н.П. и др. Экономика сельского хозяйства. М.: КолосС, 2006. 288 с.
 9. Воеводина Т.С., Русанов А.М., Васильченко А.В. и др. Экологическое нормирование почв и управление земельными ресурсами: учебное пособие для самостоятельной работы студентов. Оренбург: ОГУ, 2017. 185 с.
 10. «Земельный кодекс Российской Федерации»: федеральный закон Российской Федерации № 136-ФЗ от 25.10.2001 г. (ред. от 04.08.2026 г.). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (дата обращения: 12.08.2026).
 11. Площадь территорий. Статистическая база данных StatBase. URL: <https://statbase.ru/datasets/environment/surface-area/> (дата обращения: 12.08.2026).
 12. Гафиятова Т.П., Лебедева О.И. Перспективы внедрения современных методов управления земельным фондом // Проблемы современной экономики. 2010. № 4 (36). С. 350-353.
 13. Кочережкина М.С. Теоретические аспекты определения экономической эффективности использования сельскохозяйственных земель // Международный научный журнал. 2025. № 3 (103). С. 31-39. DOI: 10.34286/1995-4638-2025-103-3-31-39.

References:

1. Truba A.S., Kovaleva Ye.V. Teoreticheskiye aspekty organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma resursnogo potentsiala APK [Theoretical aspects of the organizational-economic mechanism of the resource potential of the agro-industrial complex]. *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal* [International Scientific Journal], 2024, no. 2 (95), pp. 7-15. (In Russian). DOI: 10.34286/1995-4638-2024-95-2-7-15.
2. Kovaleva Ye.V. Arzamastseva N.V. Formirovaniye osnovnykh strategicheskikh napravleniy razvitiya tsifrovoy transformatsii kompaniy v sel'skom khozyaystve [Formation of key strategic directions for the digital transformation of agricultural companies]. *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal* [International Scientific Journal], 2022, no. 4 (85), pp. 45-54. (In Russian). DOI: 10.34286/1995-4638-2022-85-4-45-54.
3. Shubich M.P., Nosov S.I., Bondarev B.Ye. et al. *Zemleustroystvo, otsenka kachestva i effektivnost' ispol'zovaniya degradirovannykh zemel': ekonomicheskyy i ekologicheskyy aspekty* [Land Management, Quality Assessment, and Efficiency of Degraded Land Use: Economic and Environmental Aspects]. Moscow, Megapolis Publ., 2019, 422 p. (In Russian).
4. Kovaleva Ye.V., Truba A.S., Puzyrnyy N.A., Kocheryzhkina M.S. *Rynok tekhniko-tekhnologicheskikh resursov APK* [The Market for Technical and Technological Resources in the Agro-Industrial Complex]. Moscow, Scientific Library Publ., 2025, 320 p. (In Russian).
5. Makhotlova M.SH., Kochesokov I.A., Shikova D.Z., Khachiyev T.I., Gashokov A.Z. *Sovershenstvovaniye zemleustroystva i effektivnost' ispol'zovaniya zemel'*

- sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya [Improving land management and the efficiency of agricultural land use]. *Agrarnoye i zemel'noye pravo* [Agrarian and Land Law], 2025, no. 2. (In Russian). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-zemleustroystva-i-effektivnost-ispolzovaniya-zemel-selskokhozyaystvennogo-naznacheniya> (accessed 18.07.2026).
6. Kusakina O., Alekseyeva L. Sotsial'no-ekonomicheskaya effektivnost' ispol'zovaniya zemel'nykh resursov [Socio-economic efficiency of land resource use]. *APK: ekonomika, upravleniye* [Agro-Industrial Complex: Economics, Management], 2008, no. 11, pp. 55-61. (In Russian).
 7. Lukmanov D.D., Yumaguzhina D.R., Barlybayeva L.F. *Zemel'naya reforma i effektivnost' ispol'zovaniya zemli v agrarnoy sfere ekonomiki* [Land Reform and the Efficiency of Land Use in the Agricultural Sector of the Economy]. Ufa, Mir pechati Publ., 2012, 165 p. (In Russian).
 8. Minakov I.A., Smirnov G.E., Kastornov N.P. et al. *Ekonomika sel'skogo hozajstva* [Economics of agriculture]. Moscow, KolosS Publ., 2006, 288 p. (In Russian).
 9. Voyevodina T.S., Rusanov A.M., Vasil'chenko A.V. et al. *Ekologicheskoye normirovaniye pochv i upravleniye zemel'nymi resursami* [Environmental Standardization of Soils and Land Resource Management]. Orenburg, OGU Publ., 2017, 185 p. (In Russian).
 10. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 136-FZ of October 25, 2001 (as amended on August 4, 2026), «*Zemel'nyy kodeks Rossiyskoy Federatsii*» [“Land Code of the Russian Federation”]. (In Russian). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (accessed 12.08.2026).
 11. Ploshchad' territoriy. Statisticheskaya baza dannykh StatBase [Territory area. StatBase statistical database]. (In Russian). Available at: <https://statbase.ru/datasets/environment/surface-area/> (accessed 12.08.2026).
 12. Gafiyatova T.P., Lebedeva O.I. Perspektivy vnedreniya sovremennykh metodov upravleniya zemel'nym fondom [Prospects for Implementing Modern Land Fund Management Methods]. *Problemy sovremennoy ekonomiki* [Problems of Modern Economics], 2010, no. 4 (36), pp. 350-353. (In Russian).
 13. Kocherezhkina M.S. Teoreticheskiye aspekty opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti ispol'zovaniya sel'skokhozyaystvennykh zemel' [Theoretical aspects of determining the economic efficiency of agricultural land use]. *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal* [International Scientific Journal], 2025, no. 3 (103), pp. 31-39. (In Russian). DOI: 10.34286/1995-4638-2025-103-3-31-39.

Сведения об авторах / Information about authors

**Труба
Анатолий
Сергеевич**

Truba
Anatoly Sergeevich

д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры государственного и муниципального управления
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации
127083, Москва, Верхняя Масловка, д. 15
truby.anatoly@yandex.ru
Dr. Sci. (Econ.), Professor, Professor of the Department of State and Municipal Administration
Financial University under the Government of the Russian Federation
127083, Moscow, Verkhnyaya Maslovka str., 15
truby.anatoly@yandex.ru

**Ковалева
Елена Васильевна**

д-р экон. наук, доцент, заведующий кафедрой управления бизнесом и сервисных технологий
Российский биотехнологический университет
125080, Москва, Волоколамское ш., 11.
e79e@yandex.ru

Kovaleva
Elena Vasilievna

Dr. Sci. (Econ.), Associate Professor, Head of the Department of Business
Management and Service Technologies
Russian Biotechnological University
125080, Moscow, Volokolamskoye high., 11
e79e@yandex.ru

**Помпаева
Светлана
Николаевна**

соискатель ГНЦ ФНЦ «ВНИРО»
Комитет по управлению городским имуществом и земельными
ресурсами администрации города Нижнего Новгорода
603005, Нижний Новгород, Большая Покровская, д. 15
pomplana@yandex.ru

Pompaeva
Svetlana Nikolaevna

Applicant Russian Federal Research Institute of Fisheries and
Oceanography
Committee for the Management of City Property and Land Resources
Nizhny Novgorod City Administration
603005, Nizhny Novgorod, Bolshaya Pokrovskaya str. 15
pomplana@yandex.ru

УДК 332.3 332.6 519.86

Чан Тхань Хунг

Пороговая линия как диагностический стандарт в управлении стоимостью земель Вьетнама

Аннотация. В статье обосновывается необходимость перехода от административного установления цены земли к объяснимой системе оценки, основанной на методологии SQTO (Status-Quality Trade-Off). Ключевым элементом выступает пороговая линия $Y^*(X)$, определяющая требуемый уровень качества территории при заданном статусе. Отклонение фактического качества от порогового значения (ΔY) позволяет диагностировать четыре типа зон: дефицит качества, равновесие, неактивированный потенциал и аномалии. Пороговая диагностика связывает расчётную и наблюдаемую цену, отделяет устойчивый рост от спекулятивных ожиданий и служит инструментом управления развитием территорий. Особое внимание уделяется применению методологии во Вьетнаме в условиях изменений законодательства в сфере землепользования. Обоснована необходимость включения пороговой линии в системы поддержки принятия решений для формирования прозрачной и системы управления стоимостью земель.

Ключевые слова: SQTO, пороговая линия, статус земли, качество земли, оценка стоимости земель, зона стоимости земель, диагностический стандарт, DSS, геоинформационная система (ГИС), управление земельными ресурсами.

Tran Thanh Hung

THE THRESHOLD LINE AS A DIAGNOSTIC STANDARD IN THE MANAGEMENT OF VIETNAMESE LAND VALUE

Abstract. The article substantiates the need to shift from the administrative setting of land prices to a transparent valuation system based on the SQTO (Status–Quality Trade-Off) methodology. A key element is the threshold line $Y^*(X)$, which defines the required level of territory quality for a given status. Deviations of actual quality from the threshold value (ΔY) allow for the identification of four types of zones: quality deficit, equilibrium, unactivated potential, and anomalies. Threshold-based diagnostics link calculated and observed prices, distinguish sustainable growth from speculative expectations, and serve as a tool for managing territorial development. Particular attention is paid to the application of this methodology in Vietnam amidst rapid changes in land use. The article justifies the necessity of incorporating the threshold line into decision-support systems to establish a transparent land value management system.

Keywords: SQTO, threshold line, land status, land quality, land valuation, land value zone, diagnostic standard, (DSS), GIS, land resource management.

Введение. Оценка стоимости земель в публичном управлении не может ограничиваться определением итоговой цены. Цена должна быть объяснена: какая часть стоимости связана с положением земли в системе развития, какая – с фактическим качеством использования, какая – с правовым режимом, планированием, ожиданиями и рыночными данными. Без такого объяснения таблица цен, компенсация и аукционы воспринимаются как административные решения, а не как результат проверяемой оценки [1].

Материалы и методы исследования. Вопросам оценки стоимости земли и управления земельными ресурсами посвящены работы [2-4]. При этом особенности организационно-правового регулирования землеустройства конкретно во Вьетнаме рассмотрены в публикациях Подболотовой Л.П., Комова Н.В. и Чана Т.Х. [5-6].

Теоретико-методологической основой исследования выступает статусно-качественная методология оценки стоимости земель SQTO (Status–Quality Trade-Off), представленная в работах Ле Т.П., Комбера А. и др. зарубежных ученых [7-9]. В основе методологии лежит

представление о цене земли как функции двух групп факторов: статуса (X) – пространственного, правового, экономического и социального положения территории; и качества (Y) – фактической способности земли к использованию (природные условия, инфраструктура, экологическая устойчивость, функциональная готовность) [7].

Методология SQTO базируется на теоретических положениях гедонистического ценообразования и теории предпочтений, получивших развитие в трудах Канторовича Л.В. [10] (теория оптимальных оценок ограниченных ресурсов), Саати Т. (метод анализа иерархий), а также на методике оценки качества городской среды (Urban Quality of Life – UQoL) [11]. Применяемый подход интегрирует методы выявленных предпочтений (revealed preferences) и заявленных предпочтений (stated preferences) через количественную оценку рыночных цен и качественные опросы населения [8, 9].

В расчетном и диагностическом блоках используются следующие обозначения:

$P_{obs,z}$ – наблюдаемая или репрезентативная цена зоны;

$P_{SQTO,z}$ – расчетная структурная цена зоны по модели SQTO;

e_z – относительная ошибка модели;

$Y^*(X)$ – пороговая линия качества;

$Y^*(X_z)$ – пороговое значение качества для зоны z;

$\Delta Y_z = Y_z - Y^*(X_z)$ – отклонение качества зоны z от порогового уровня;

$\gamma_{Y,z} = Y_z / Y^*(X_z)$ – относительное отношение качества к порогу.

Для обработки пространственных данных и построения карт статуса, качества и отклонений применяются геоинформационные системы (ГИС), в том числе методы кригинг-интерполяции для моделирования пространственного распределения цен и факторов.

Кроме того, в работе используются методы систематизации и классификации зон стоимости земель, а также методы нормализации показателей. Применение представленного методического аппарата позволяет перейти от административного установления цен к объяснимой системе оценки, пригодной для налогов, компенсации и управления развитием территорий.

В статье принята единая система обозначений SQTO.

z – индекс зоны стоимости земель;

X и Y – общие переменные статуса и качества земли;

X_z – показатель статуса зоны z;

Y_z – показатель качества зоны z.

Параметры A_c , α , β и k применяются в ценовой функции SQTO и в пороговой диагностике:

A_c – базовый коэффициент центра статуса c;

α и β – параметры чувствительности цены к статусу и качеству;

k – технический параметр нормализации масштаба пороговой линии;

X_0 и Y_0 – координаты опорной точки для якорения порога.

Результаты исследования и их обсуждение. Пороговая линия в SQTO не является обычной кривой на графике. Ее задача состоит в соединении ценовой модели с управленческой диагностикой. Ценовая функция объясняет, как X и Y участвуют в формировании расчетной цены, а пороговая линия показывает, является ли фактическое качество достаточным для имеющегося статуса территории.

В пространстве X–Y каждая зона стоимости получает координаты X_z и Y_z . Без порога можно описать, что одна зона имеет высокий статус и низкое качество, а другая – низкий статус и высокое качество. Но этого недостаточно для решения, где строить инфраструктуру, где активировать статус, где проверять данные и где пересматривать официальную цену. Пороговая линия вводит правило достаточности.

Если рассматривать в общем виде, то порог записывается как $Y^*(X)$. При росте X желательный уровень качества также должен расти, потому что более высокий статус требует более высокой функциональной готовности. Одновременно этот рост может быть вогнутым: после достижения базового уровня качества дальнейшее улучшение дает меньшую

предельную отдачу. Поэтому пороговая линия сочетает требование развития и принцип убывающей предельной необходимости качества.

В рамках диагностики зон стоимости земель по методологии SQTO выделяются четыре основных типа дисбаланса между статусом (X) и качеством (Y) территории:

1 тип – инфляция статуса. Она возникает, когда территория получает высокий X за счет планирования, новой дороги, близости к центру, морской или туристической репутации, но Y остается низким. В такой ситуации цена может быстро расти, хотя локальные дороги, инженерные сети, услуги и экологическая устойчивость еще не обеспечивают реальную способность использования.

2 тип – неактивированное качество. Территория может иметь развитые внутренние дороги, коммуникации, благоустройство и услуги, но ее статус остается слабым из-за правовой неопределенности, плохой связности, слабой рыночной узнаваемости или отсутствия центров притяжения. Тогда созданное качество не капитализируется в полной мере, а стоимость земли остается ниже потенциального уровня.

3 тип – связан с избыточными инвестициями в качество при слабой статусной базе. Если локальная инфраструктура создается раньше, чем сформированы спрос, планировочная ясность и внешняя связность, часть вложений может не дать ожидаемого эффекта.

4 тип – информационный: наблюдаемая цена может отклоняться из-за неполных сделок, заниженных договорных цен, единичных аукционов или рыночных слухов.

Следует отметить, что в минимальной форме ценовая функция SQTO может быть записана как

$$P_{SQTO,z} = A_c \cdot \exp(\alpha X_z) \cdot Y_z^\beta, \quad (1)$$

где $P_{SQTO,z}$ – расчетная структурная цена зоны z;

A_c – базовый коэффициент центра статуса;

X_z – статус зоны;

Y_z – качество зоны;

α и β – параметры чувствительности цены к статусу и качеству.

В логарифмической форме:

$$\ln P_{SQTO,z} = \ln A_c + \alpha X_z + \beta \ln Y_z. \quad (2)$$

Эта функция показывает, что статус и качество влияют на цену по различным каналам. Статус действует как позиционно-институциональное усиление, а качество – как фактическая способность земли поддерживать использование. Однако из ценовой функции не следует единственная управленческая граница. Поэтому пороговая линия задается как нормативно-диагностический стандарт.

Пороговая линия задается через нормативный наклон $dY^*(X)/dX = \kappa\beta/(1 + \alpha X)$. После интегрирования и якорения в опорной точке (X_0, Y_0) получаем:

$$Y^*(X) = Y_0 + (\kappa\beta/\alpha) \ln((1 + \alpha X)/(1 + \alpha X_0)), \quad (3)$$

где X_0 и Y_0 – координаты опорной точки;

κ – технический параметр нормализации масштаба.

Такая форма удовлетворяет двум условиям: пороговое качество возрастает при росте статуса, но скорость прироста постепенно уменьшается. На ранних стадиях повышения статуса требуется быстрое наращивание качества, а на более высоких уровнях статуса дополнительное качество имеет меньшую предельную необходимость.

Для практического применения пороговой линии рассчитывается отклонение $\Delta Y_z = Y_z - Y^*(X_z)$. Если $\Delta Y_z < 0$, качество зоны ниже необходимого уровня для ее статуса. Если ΔY_z близко к нулю, статус и качество находятся около диагностического равновесия. Если $\Delta Y_z >$

0, качество выше порогового минимума, но это состояние требует дополнительной интерпретации.

Относительный показатель может быть записан как $\gamma_{Y,z} = Y_z / Y^*(X_z)$. Он удобен для сопоставления зон с разным уровнем статуса, но должен применяться осторожно при малых значениях $Y^*(X_z)$. В таких случаях отношение может преувеличивать малые различия. Поэтому в практическом управлении целесообразно использовать одновременно абсолютное отклонение ΔY_z и относительное отношение $\gamma_{Y,z}$.

Главная ценность ΔY_z состоит в том, что он не дублирует ошибку цены. Ошибка модели показывает расхождение между расчетной и наблюдаемой ценой, а ΔY_z показывает внутреннюю структуру состояния зоны. Две зоны могут иметь одинаковую ценовую ошибку, но одна нуждается в инфраструктуре, другая – в активации правового статуса, а третья – в проверке рыночных данных.

В зависимости от порога выделяют следующие типы зон:

1) Зоны дефицита качества, для которой характерен высокий или растущий статус при недостаточной фактической пригодности. Это часто переходные территории: земли будущей урбанизации, пригородные зоны, районы вокруг новых дорог, промышленные коридоры или туристические участки, где цена уже реагирует на ожидание, но Y еще не подтверждает этот рост.

2) Зоны статусно-качественного равновесия, где Y_z приблизительно соответствует $Y^*(X_z)$, а наблюдаемая цена не имеет резкого расхождения с расчетной структурной ценой. Такие зоны могут служить опорными для калибровки модели, проверки таблицы цен и построения эталонных участков, потому что их стоимость имеет устойчивое объяснение.

3) Зоны неактивированного качества, имеющие достаточно высокий Y , но слабый X . В таком случае управление должно быть направлено не только на новые локальные инвестиции, но и на внешнюю связность, правовую ясность, планировочную определенность и формирование центров притяжения.

4) Зоны аномального поведения, где требуется совместная проверка ΔY_z , e_z , $P_{obs,z}$ и источников данных.

В SQTO сопоставляются наблюдаемая цена $P_{obs,z}$ и расчетная структурная цена $P_{SQTO,z}$. Относительная ошибка может быть записана как $e_z = (P_{SQTO,z} - P_{obs,z}) / P_{obs,z} \times 100\%$. Если $P_{obs,z}$ значительно выше $P_{SQTO,z}$, рынок может учитывать будущий статус или спекулятивное ожидание. Если $P_{SQTO,z}$ выше $P_{obs,z}$, модель может завышать статус либо рынок еще не признает потенциал зоны.

Пороговая линия помогает интерпретировать такие расхождения. Если $P_{obs,z}$ выше $P_{SQTO,z}$ и одновременно $\Delta Y_z < 0$, вероятна инфляция статуса: цена растет, но качество не подтверждает этот рост. Если $P_{obs,z}$ ниже $P_{SQTO,z}$ и $\Delta Y_z > 0$, возможно, территория имеет нереализованный потенциал, требующий активации статуса и повышения прозрачности рынка.

Пороговая диагностика выполняет связующую функцию между статистическими расхождениями и практическими действиями по управлению территорией. Она даёт возможность не только зафиксировать величину отклонения, но и понять, чем оно вызвано – недостатком качества, завышенным статусом или искажением данных. Это особенно важно в сфере официальной оценки, где цена земли используется при расчёте налогов, определении компенсаций, проведении аукционов, установлении арендных ставок, смене целевого назначения и распределении рентных доходов. В зависимости от положения зоны относительно порога выбирается соответствующая стратегия действий. Если зона оказывается ниже порогового уровня, основное внимание следует уделять наращиванию качества. В числе возможных мер – строительство дорог, обустройство ливневой канализации, обеспечение электро- и водоснабжением, дренажные работы, природоохранные мероприятия, развитие социальной инфраструктуры, благоустройство и защита от подтоплений. Важно понимать: если официальная цена повышается без реального улучшения качества, это может привести к обострению социальной ситуации. Если же качество территории находится на достаточном уровне, а статус остаётся низким, усилия должны быть направлены на его повышение. Для

этого требуется уточнение планировочных решений, оформление правового статуса, улучшение транспортной доступности, интеграция с центрами занятости и обслуживания населения, укрепление рыночного присутствия и минимизация институциональных барьеров.

Если зона около порога и ошибка модели невелика, она может использоваться как референтная для таблицы цен. Если наблюдаемая цена резко выше структурной цены при дефиците качества, орган управления должен осторожно переносить рыночный сигнал в официальную цену. Возможно, рынок капитализирует слухи о планировании, будущую инфраструктуру или краткосрочный инвестиционный ажиотаж [3, 5].

Для устойчивого применения $Y^*(X)$ необходима система поддержки оценки стоимости земель. DSS должна хранить не только итоговую цену, но и X_z , Y_z , $Y^*(X_z)$, ΔY_z , $\gamma_{Y,z}$, $P_{obs,z}$, $P_{sqto,z}$, e_z , источник данных, дату обновления, способ нормирования, параметры модели и экспертное решение. Без такой архитектуры пороговая линия остается научной конструкцией, но не становится рабочим инструментом управления.

В ГИС-среде пороговая диагностика может быть представлена как набор карт: карта статуса, карта качества, карта отклонения от порога, карта ошибок модели и карта приоритетов вмешательства. Совмещение этих карт создает досье зоны стоимости, где видно, почему цена изменилась и какое действие требуется: развивать Y , активировать X , проверять данные или пересматривать границы зоны.

Динамический режим DSS особенно важен. Если новая магистраль повышает статус, система фиксирует рост X и увеличивает требуемый $Y^*(X)$. Если затем строятся локальные сети и услуги, повышается Y и уменьшается дефицит качества. Если рыночная цена растет без повышения Y , система формирует предупреждение о возможном разрыве между ожиданием и фактическим развитием.

Следует отметить, что применение пороговой линии приобретает особую значимость для Вьетнама ввиду того, что там государство играет ключевую роль в регулировании земельных отношений, а землепользование отличается высокой динамикой изменений. В переходных зонах сельскохозяйственные угодья трансформируются в городские, промышленные, туристические или инфраструктурные территории. При этом официальные цены, рыночные ожидания, правовой режим и фактическое состояние нередко не совпадают по времени.

Смена целевого назначения земли создаёт разрыв между текущей стоимостью сельскохозяйственного использования, потенциальной ценностью после преобразования и официальной ценой, применяемой для компенсационных выплат и финансовых обязательств [4, 5]. Пороговая линия позволяет дифференцировать эти уровни, показывая, какая часть прироста стоимости обусловлена статусом, какая – реальным качеством, а какая – ожиданиями будущего развития.

В прибрежных городах, туристических зонах и районах активного инфраструктурного строительства высокий статус способен опережать развитие качества среды, провоцируя ускоренный рост цен. Поэтому система ценообразования должна ориентироваться на рыночные сигналы, но не копировать краткосрочные ожидания. Пороговая линия позволяет отделить устойчивый рост стоимости от спекулятивных колебаний и способствует формированию более прозрачных земельно-финансовых отношений.

В рамках зонального ценообразования пороговая линия может выступать инструментом проверки обоснованности установленной цены. Если официальная цена повышается вслед за рыночной, но зона характеризуется отрицательным отклонением ($\Delta Y_z < 0$), необходимо выяснить, обусловлен ли рост фактическим улучшением качества или исключительно повышением ожиданий. Это позволяет избежать переноса краткосрочных спекулятивных цен в нормативно-правовую систему.

Для зон, находящихся вблизи порогового уровня, расчётная цена может служить более надёжной основой для ценообразования. Такие территории демонстрируют согласованность статуса и качества, что обеспечивает структурную обоснованность их стоимости. Для зон, расположенных ниже порога, официальная цена должна сопровождаться указанием на

дефицит качества и программой его устранения; в противном случае система ценообразования будет фиксировать ожидания без реального развития.

Пороговая линия также позволяет уточнить коэффициенты вида земли и положения внутри зоны. Когда базовая цена зоны определена по X и Y , переход к цене дорожного сегмента, фасада, переулка или конкретного участка должен выполняться через корректирующие коэффициенты. В результате традиционная модель «дорога – местоположение» не отменяется, а включается в более широкую систему «зона – статус – качество – цена – диагностика».

Следует обратить внимание на то, что в компенсации при изъятии земли пороговая диагностика позволяет объяснить различие между текущей стоимостью использования и ожидаемой стоимостью после преобразования. Земля в зоне будущей урбанизации может иметь высокий статус, но низкое качество. Если компенсация строится только на текущем виде земли, землепользователь видит несправедливость; если только на ожидании, бюджет несет чрезмерную нагрузку. Диагностика X – Y помогает разделить эти слои.

В аукционах пороговая линия полезна для проверки начальной цены и результатов торгов. Если аукционная цена резко превышает структурную цену, а ΔY_z отрицательно, вероятен риск спекулятивного поведения. Если аукционная цена близка к структурной цене и зона находится около порога, результат может считаться более устойчивым. Если рынок недооценивает зону с высоким качеством, следует проверить правовые и статусные ограничения.

Для механизма возврата земельной ренты пороговая линия помогает определить источник прироста стоимости. Рост X часто создается публичным планированием, региональной инфраструктурой и изменением правового режима. Рост Y может быть связан с локальными инвестициями, инженерной подготовкой и фактическим улучшением среды. Такое разделение важно для налогов, арендной платы, платежей при изменении назначения и распределения общественно созданной ренты.

Пороговая линия не является универсальной для всех территорий. Ее параметры должны калиброваться с учетом типа пространства, уровня урбанизации, функции земли, качества данных и стадии развития рынка. Полугородская переходная зона, морской туристический город, индустриальная территория и сельскохозяйственный район могут иметь разные сочетания α , β , κ и C . Поэтому механический перенос одной линии на другую территорию методически неправилен.

Калибровка требует надежного нормирования X и Y . Необходимо ясно указать, какие показатели входят в статус, какие – в качество, какие источники данных использованы, как устранены дублирующие проху и как обработаны выбросы. В противном случае пороговая линия будет выглядеть математически корректной, но фактически станет результатом произвольного выбора показателей.

Наконец, пороговая диагностика должна сопровождаться профессиональным суждением. Алгоритм может выявить зону ниже порога или зону с высокой ошибкой, но решение об изменении цены, инвестициях, компенсации или границах зоны должно учитывать право, планирование, социальные последствия и бюджетные ограничения. Поэтому $Y^*(X)$ является не автоматической нормой, а научно обоснованным диагностическим стандартом.

Выводы. Пороговая линия $Y^*(X)Y^*(X)$ выступает ключевым элементом методологии SQTO, поскольку связывает расчёт стоимости земель с управленческой диагностикой. Она задаёт стандарт соответствия фактического качества территории её статусному положению и позволяет дифференцировать устойчивое развитие, статусную инфляцию, неактивированный потенциал, избыточные инвестиции и возможные искажения исходных данных.

Показатель $\Delta Y_z = Y_z - Y^*(X_z)$ трансформирует оценку в инструмент выбора приоритетных управленческих действий. Если качество отстаёт, приоритетом становится развитие инфраструктуры, услуг и среды. Если качество уже создано, но статус остаётся слабым, необходимо активировать связанность, правовую определённость и планирование.

Если цена отклоняется от модельных расчётов, требуется проверка рыночных данных, границ зон и сложившихся ожиданий.

Внедрение пороговой линии в DSS и ГИС позволяет перейти от административной системы ценообразования к объяснимой модели оценки по зонам стоимости. Для Вьетнама это создаёт возможности для повышения прозрачности официальных цен на землю, обоснованности компенсационных выплат, достоверности аукционных процедур и управляемости переходных зон.

Список использованной литературы:

1. Грибовский С.В. Оценка стоимости недвижимости. М.: Маросейка, 2009. 432 с.
2. Варламов А.А., Севостьянов А.В. Земельный кадастр. Оценка земли и иной недвижимости. М.: КолосС, 2006. 265 с.
3. Комов Н.В. Управление земельными ресурсами России. Российская модель землепользования и землевладения. М.: Русселит, 1995. 299 с.
4. Комов Н.В. Управление земельными ресурсами в новой России: монография. Казань: РИЦ, 2011. 568 с.
5. Подболотова Л.П. Организационно-правовое регулирование землеустройства во Вьетнаме // Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2021. С. 264-270.
6. Комов Н.В., Чан Т.Х., Подболотова Л.П. Рыночные механизмы и государственное регулирование земельно-оценочной деятельностью во Вьетнаме // Экономика сельского хозяйства России. 2026. № 7. С. 152-155. DOI: 10.32651/267-152.
7. Le T.P., Comber A., Tran B.Q., Hoang P.H. et al. Status Poles and Status Zoning to Model Residential Land Prices: Status-Quality Trade off Theory // 12th International Conference on Geographic Information Science (GIScience 2023). 2023. Vol. 277. P. 46:1–46:6. DOI: 10.4230/LIPIcs.GIScience.2023.46.
8. Hoang H.P., Wakely P. Status, Quality and the Other Trade-off: Towards a New Theory of Urban Residential Location // Urban Studies. 2000. Vol. 37. № 1. P. 7–35.
9. Wendt P. Theory of Urban Land Values // Land Economics. 1957. Vol. 33. № 3. P. 228–240.
10. Канторович Л.В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М.: АН СССР, 1959. 344 с.
11. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 314 с.

References:

1. Gribovskiy S.V. *Otsenka stoimosti nedvizhimosti* [Real Estate Valuation]. Moscow, Maroseyka Publ., 2009. 432 p. (In Russian).
2. Varlamov A.A., Sevost'yanov A.V. *Zemel'nyy kadastr. Otsenka zemli i inoy nedvizhimosti* [Land Cadastre. Valuation of Land and Other Real Estate]. Moscow, KolosS Publ., 2006, 265 p. (In Russian).
3. Komov N.V. *Upravleniye zemel'nymi resursami Rossii. Rossiyskaya model' zemlepol'zovaniya i zemlevladieniya* [Land Resource Management in Russia: The Russian Model of Land Use and Land Tenure]. Moscow, Russelit Publ., 1995, 299 p. (In Russian).
4. Komov N.V. *Upravleniye zemel'nymi resursami v novoy Rossii* [Land Resource Management in the New Russia]. Kazan', RITS Publ., 2011, 568 p. (In Russian).
5. Podbolotova L.P. Organizatsionno-pravovoye regulirovaniye zemleustroystva vo V'yetname [Organizational and Legal Regulation of Land Management in Vietnam]. *Materialy Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy Dnyu Rossiyskoy nauki «Aktual'nyye voprosy razvitiya agrarnogo sektora ekonomiki Baykal'skogo regiona»* [Proceedings of the All-Russian (National) Scientific and Practical Conference

Dedicated to Russian Science Day “Current Issues in the Development of the Agricultural Sector of the Baikal Region Economy”], Ulan-Ude, Buryatskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya imeni V.R. Filippova Publ., 2021, pp. 264-270. (In Russian).

6. Komov N.V., Chan T.KH., Podbolotova L.P. Rynochnyye mekhanizmy i gosudarstvennoye regulirovaniye zemel'no-otsenочноy deyatel'nost'yu vo V'yetname [Market mechanisms and state regulation of land valuation activities in Vietnam]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [Economics of Agriculture of Russia], 2026, no. 7, pp. 152-155. (In Russian). DOI: 10.32651/267-152.
7. Le T.P., Comber A., Tran B.Q., Hoang P.H. et al. Status Poles and Status Zoning to Model Residential Land Prices: Status-Quality Trade off Theory. *12th International Conference on Geographic Information Science (GIScience 2023)*, 2023, vol. 277, pp. 46:1–46:6. (In English). DOI: 10.4230/LIPICs.GIScience.2023.46.
8. Hoang H.P., Wakely P. Status, Quality and the Other Trade-off: Towards a New Theory of Urban Residential Location. *Urban Studies*, 2000, vol. 37, no. 1, pp. 7–35. (In English).
9. Wendt P. Theory of Urban Land Values. *Land Economics*, 1957, vol. 33, no. 3, pp. 228–240. (In English).
10. Kantorovich L.V. *Ekonomicheskiy raschet nailuchshego ispol'zovaniya resursov* [Economic Calculation of the Best Use of Resources]. Moscow, AN SSSR Publ., 1959, 344 p. (In Russian).
11. Saati T.L. *Prinyatiye resheniy. Metod analiza iyerarkhiy* [Decision Making. The Analytic Hierarchy Process]. Moscow, Radio i Svyaz Publ., 1993, 314 p. (In Russian).

Сведения об авторе / Information about author

**Чан
Тхань Хунг**

канд. экон. наук, заведующий кафедрой управления земельными ресурсами
Хошиминский университет природных ресурсов и окружающей среды
tthung@hcmunre.edu.v

Tran
Thanh Hung

Ph.D. (Econ.), Head of the Department of Land Resource Management
Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment
tthung@hcmunre.edu.v

УДК 332.14:631.16

Яркина Н.Н., Кленина Д.А.

БИЗНЕС-АНАЛИТИКА В КОНТЕКСТЕ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ: ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЙ АСПЕКТ

Аннотация. Региональное развитие рассматривается с позиций решения социально-экономических проблем, связанных с обеспечением продовольственной безопасности региона, как субъекта базового уровня. В качестве предмета исследования выделен аналитический аспект продовольственного обеспечения и безопасности Республики Крым, а в качестве объекта наблюдения – выборочная совокупность предприятий продовольственной сферы, относящихся к первичному и вторичному секторам общественного производства, вносящих ключевой вклад в обеспечение продовольственной безопасности региона. Цель исследования состоит в оценке внутреннего потенциала обеспечения экономической безопасности региона на основе анализа эффективности и бизнес-привлекательности отдельных видов экономической деятельности Республики Крым. В основу исследования положен статистический метод группировки. В результате исследования установлено смещение инвестиционной привлекательности продовольственного бизнеса из первичного сельскохозяйственного сектора производства в область переработки, что соответствует общим тенденциям экономического развития. Дана позитивная оценка потенциала продовольственного обеспечения и безопасности в регионе.

Ключевые слова: Республика Крым, продовольственная безопасность, виды экономической деятельности, продовольственный бизнес, предприятия, анализ, метод группировки.

Yarkina N.N., Klenina D.A.

BUSINESS ANALYTICS IN THE CONTEXT OF REGIONAL DEVELOPMENT: FOOD ASPECT

Abstract. Regional development is considered from the perspective of solving socio-economic problems related to ensuring the region's food security as a basic level entity. The study focuses on the analytical aspect of food supply and security in the Republic of Crimea, and the object of observation is a sample of food-related enterprises in the primary and secondary sectors of public production that contribute significantly to the region's food security. The purpose of the study is to assess the internal potential for ensuring the economic security of the region based on an analysis of the efficiency and business attractiveness of certain types of economic activity in the Republic of Crimea. The study is based on the statistical method of grouping. The study has revealed a shift in the investment attractiveness of the food business from the primary agricultural sector to the processing industry, which corresponds to general trends in economic development. The study has provided a positive assessment of the potential for food supply and security in the region.

Keywords: Republic of Crimea, food security, types of economic activity, food business, enterprises, analysis, grouping method.

Введение. Региональное развитие – понятие, которое не может однозначно трактоваться как экономическая категория, оценочным критерием которого является динамика валового регионального продукта, включающего весь спектр производимых в регионе продуктов. Регион – это в первую очередь люди, населяющие его территорию, и совокупность экономических, политических, институциональных, культурных и других условий, определяющих качество их жизни.

Первичность социальной составляющей региона предопределяет необходимость акцентировать цели его экономического развития, направленные на обеспечение продовольственной безопасности собственными силами. Крым в состоянии обеспечивать себя многими продуктами питания за счет регионального бизнеса, процветание которого является

залогом экономического развития республики. При этом экономический успех местного предпринимательства предопределен широким спектром объективных факторов геополитического характера, среди которых особо значимыми в современных реалиях являются военно-политические, экономические и экологические. И, несмотря на имеющиеся трудности, налоговая статистика подтверждает эффективность работы локальных производителей в сфере АПК и смежных отраслей, их экономическую активность. В частности, в 2024 году наибольший вклад в налоговые поступления в бюджет Крыма внесли обрабатывающие производства, включая пищевую промышленность [1].

Каков бизнес и насколько он устойчив к внешним вызовам и угрозам, позволяет оценить бизнес-аналитика в рамках сравнительного анализа развития отдельных видов экономической деятельности Республики Крым (РК), связанных с продовольственным обеспечением и безопасностью региона за разные периоды развития, которые характеризуются наличием и разной силой проявления отдельных определяющих факторов, что актуализирует тему исследования. Анализ бизнес-привлекательности видов экономической деятельности (ВЭД), лежащих в основе продовольственного суверенитета региона, имеет и высокую практическую значимость.

Целью исследования является статистическая оценка внутреннего потенциала обеспечения экономической безопасности региона на основе анализа бизнес-привлекательности и эффективности отдельных видов экономической деятельности Республики Крым за период 2018–2024 гг., вносящих ключевой вклад в обеспечение продовольственной безопасности региона. Исследование основано на данных репрезентативной выборки предприятий, осуществляющих деятельность по ВЭД, критически важным для продовольственной безопасности (01.11, 01.2, 10.20, 10.51, 10.61, 10.72), в совокупности составивших объект наблюдения.

Материалы и методы исследования. Учитывая продовольственный аспект предмета исследования и выделенную социальную составляющую регионального развития следует определить логику работы с исходными материалами, состоящую в диалектическом движении от общего к частному, от проблемы обеспечения продовольственной безопасности к тем, кто непосредственно ее решает, т.е. бизнес-единицам продовольственного сектора.

Проблема обеспечения продовольственной безопасности – одна из насущнейших проблем современности. Ее исследования активно продолжаются, охватывая глобальный (в частности, [2]), национальный (в частности, [3]) и региональный (в частности, [4]) уровни. Исходя из того, что изначально ее решение осуществляется в регионах, именно региональный аспект имеет особую прикладную важность. Наиболее близкими к сути проводимого исследования за последние годы были работы А.В. Вершицкого и А.А. Киселевой [5], М.С. Беляевой и Д.С. Робеца [6], К.Э. Весова [7], в которых представлены результаты анализа продовольственной самообеспеченности РК, дана оценка его текущего состояния, обозначены ключевые проблемы и пути их решения с учетом регионального развития.

Анализ бизнес-состоятельности и успешности предприятий продовольственного сектора Республики Крым в отраслевом разрезе, как основы регионального развития, включающего в том числе реализацию ключевой цели его устойчивости в контексте установок ФАО, в обусловленном направлении не проводился, что предопределяет научную новизну проводимого исследования.

Методологический базис исследования составили теоретические методы (анализ и синтез, абстрагирование, дедукция и аналогии), эмпирические методы (описание и сравнение), специальные методы, в частности методы экономико-статистического анализа (выборочный метод, сводка и группировка, расчет обобщающих показателей), объединенные на принципах комплексности и взаимодополнения.

В работе использовались данные ФНС (бухгалтерская отчетность предприятий) [8, 9] и методический научно-прикладной инструментарий статистики [10].

Результаты исследования и их обсуждение. Для проведения сравнительной характеристики бизнес-привлекательности отдельных секторов экономики Крыма, вносящих

вклад в продовольственное обеспечение и безопасность, была построена типологическая группировка предприятий по ВЭД за 2018 и 2024 годы. Первоначально совокупность предприятий выборки за 2018 год включала 45 единиц наблюдения, однако в 2024 году в связи с ликвидацией или банкротством части из них, окончательная выборка сократилась до 32 функционирующих предприятий. Перечень предприятий, включенных в исследование, представлен в таблице 1. Сам факт сокращения числа ранее действующих предприятий почти на тридцать процентов (28,9 %) свидетельствует о существенном ухудшении бизнес-условий в регионе и снижении деловой активности предприятий продовольственного профиля, хотя в отдельных случаях на место покинувших рынок субъектов предпринимательства «пришли» новые. Наиболее тяжелые последствия ковидного периода и последовавшего за ним периода СВО проявились в рыбохозяйственном секторе. Из восьми предприятий, попавших в выборочную совокупность в 2018 году, в 2024 году функционировало только три. Дальнейший анализ показал, что «выживают сильнейшие».

Таблица 1 – Объект наблюдения: выборочная совокупность предприятий РК по видам экономической деятельности

Вид экономической деятельности	Перечень предприятий, функционирующих в 2024 г.	Число предприятий	
		2018 г.	2024 г.
01.11 – Выращивание зерновых (кроме риса), зернобобовых культур и семян масличных культур	СПК (Колхоз) «Советская Родина», ООО «Фитосовхоз «Радуга», ООО «Нива», ООО «ТД «Урожайный», ООО «СХП «Фрегат», ООО «Алтей-а», ООО Агрофирма «Изумруд», ООО «Сила Крымских Трав», ООО «Преображенское 2016», ООО «ЭКОСАД»	11	10
01.2 – Выращивание многолетних культур	ПАО «БУРЛЮК», ООО «Яросвит-Агро», ООО «Новый Крым», ООО «Имение «София», ООО «СП «Солнечная Таврида»	8	5
10.20 – Переработка и консервирование рыбы, ракообразных и моллюсков	ООО «Гала-Морепродукт», ООО «Керчьолод», ООО «ВО СТО Крат»	8	3
10.51 – Производство молока (кроме сырого) и молочной продукции	ООО «Крымский Молочник», ООО «ДМ «Новатор», ООО «ДК «Мегатрейд-Юг», ООО «Юг Молоко», ООО «БЕГ»	5	5
10.61 – Производство продуктов мукомольной и крупяной промышленности	ООО «Крымфуд», ООО «Колос», ООО «Крым-Колос», ООО «Аконт-Крым»	7	4
10.72 – Производство сухарей, печенья и прочих изделий, производство мучных кондитерских изделий	ООО «Хлебный дом», ООО «Промагроинвест», ООО «Заря», ООО «Титто», ООО «Крымснэк»	6	5
Всего		45	32

Типологическая группировка (табл. 2) позволяет не только оценить и сравнить масштабы отраслевой деятельности в абсолютном выражении, но и проанализировать ключевые коэффициенты эффективности, которые являются индикаторами деловой активности и результативности конкретного бизнеса, его инвестиционной привлекательности. В фокусе анализа – уровень и динамика коэффициентов оборачиваемости оборотных активов и рентабельности капитала, так как эти показатели наиболее комплексно и объективно отражают, насколько эффективно компания использует свои ресурсы для генерирования прибыли как целевого финансового результата предпринимательской деятельности и определяющего условия его устойчивого развития.

Анализ данных типологических группировок относительно выделенного объекта наблюдения за 2018 и 2024 годы (в частности, уровня показателей их абсолютной и динамической эффективности) показал существенное разнонаправленное изменение экономического положения предприятий по ВЭД в регионе.

Таблица 2 – Типологическая группировка предприятий РК по видам экономической деятельности за 2018 и 2024 гг.

ВЭД	Количество предприятий	Среднегодовая стоимость активов (капитала), тыс. руб.				Выручка, тыс. руб.	
		всего		в том числе, оборотных			
		2018 г.	2024 г.	2018 г.	2024 г.	2018 г.	2024 г.
01.11	10	1748349	3381216	772591,5	1545402,5	936663	1262990
01.2	5	1989534	2828131,5	729197	1409319	343299	494574
10.20	3	140033,5	372652,5	78291	287336	160358	827848
10.51	5	943628	1676058,5	428095,5	766211	1505706	2771109
10.61	4	315928,5	691126,5	193505,5	417586,5	225621	554790
10.72	5	114714	250500	47696	171771	157972	329671
Всего	32	5252187	9199685	2249376,5	4597626	3329619	6240982

Продолжение таблицы 2

ВЭД	Количество предприятий	Чистая прибыль, тыс. руб.		Коэффициент оборачиваемости, об.		Рентабельность капитала, %	
		2018 г.	2024 г.	2018 г.	2024 г.	2018 г.	2024 г.
01.11	10	169768	225115	1,21	0,82	9,71	6,66
01.2	5	177908	-66348	0,47	0,35	8,94	-2,35
10.20	3	-34423	60755	2,05	2,88	-24,58	16,30
10.51	5	-36640	115440	3,52	3,62	-3,88	6,89
10.61	4	16450	68611	1,17	1,33	5,21	9,93
10.72	5	5604	9581	3,31	1,92	4,89	3,82
Всего	32	298667	413154	1,48	1,36	5,69	4,49

Значительно сдали свои позиции предприятия, специализирующиеся на выращивании многолетних культур, потеряв 11,3 п.п. рентабельности капитала, выйдя в 2024 году на ее минусовой уровень при том, что коэффициент оборачиваемости сократился незначительно. Его низкий уровень не является характеристикой слабой деловой активности предприятий, а обусловлен отраслевой спецификой.

Ухудшили свое экономическое положение предприятия по выращиванию зерновых, зернобобовых культур и семян масличных культур, а также по производству сухарей, печенья и прочих мучных кондитерских изделий. Рентабельность их капитала сократилась, соответственно, на 3,1 п.п. и 1,1 п.п., снизилась и оборачиваемость оборотных средств. Но если бизнес по ВЭД 01.11 имеет значения выделенных показателей, существенно превышающих среднерегиональный в целом по объекту наблюдения, то предприятия, функционирующие в рамках ВЭД 10.72 оказались «за чертой» среднерегионального уровня, что свидетельствует об их невысокой бизнес-привлекательности в регионе. Тем не менее ВЭД 10.72 можно характеризовать как наиболее устойчивый в регионе, так как число предприятий этой отрасли в выборках 2018 и 2024 годов изменилось всего на единицу.

Значительно улучшили свое положение предприятия по производству продуктов мукомольной и крупяной промышленности (те из них, которые сумели удержаться в отрасли).

Особо следует отметить производство молока и молочной продукции в регионе. Это единственный сектор из рассмотренных, не потерявший ни одного хозяйствующего субъекта в обусловленном периоде, улучшивший свои показатели эффективности, перейдя черту убыточности капитала и обеспечив прирост его рентабельности на 10,8 п.п.

Успехи переработки и консервирования рыбы, ракообразных и моллюсков в Крыму можно было бы рассматривать как безусловные, если бы из восьми предприятий, зарегистрированных в ЕГРЮЛ в 2018 году, в 2024 году не осталось всего три. Тем не менее умалять успехи последних нельзя: от отрицательного уровня рентабельности (-24,6 %) они «дошли» до положительного (16,3 %), более чем в 3,5 раза превысив среднерегиональный по выборке (4,5 %). Их результаты вселяют оптимизм в развитие рыбохозяйственного комплекса РК.

Несмотря на то, что каждый из включенных в выборочную совокупность видов экономической деятельности имеет отраслевую специфику и их развитие во многом

определяется отраслевыми факторами, первостепенную роль в бизнес-развитии региона в целом и его продовольственного сектора в частности в рассматриваемом периоде играют факторы, природа которых кроется в геополитических событиях этого периода. Именно 2022 год можно рассматривать как переломный в экономическом развитии продовольственного бизнеса в РК: чистая прибыль и показатели деловой активности предприятий (за отдельным исключением) или замедлили темп своего развития, или стали показывать отрицательную динамику, что наглядно можно наблюдать по данным таблицы 3, которые в целом позволяют увидеть не только общую тенденцию развития бизнеса по отдельным ВЭД, но колебания уровней рассматриваемых показателей внутри периода, что в свою очередь позволяет говорить об отраслевых рисках.

Таблица 3 – Динамика отдельных оценочных показателей предприятий по ВЭД в РК (в пределах выборочной совокупности) за период 2018–2024 гг.

ВЭД	Показатели (в среднем на одно предприятие по группе)	Темпы роста, %						
		2019 г. к 2018 г.	2020 г. к 2019 г.	2021 г. к 2020 г.	2022 г. к 2021 г.	2023 г. к 2022 г.	2024 г. к 2023 г.	2024 г. к 2018 г.
01.11	Среднегодовая стоимость капитала, тыс. руб.	111,6	111,1	106,6	108,0	121,6	111,4	193,4
	Выручка, тыс. руб.	102,8	102,0	110,5	111,5	110,1	94,8	134,8
	Чистая прибыль, тыс. руб.	113,4	121,5	112,6	104,6	83,6	97,8	132,6
	Коэффициент оборачиваемости, об.	91,7	92,8	102,9	97,1	86,4	91,8	67,8
01.2	Среднегодовая стоимость капитала, тыс. руб.	107,5	110,3	113,2	109,2	101,2	95,8	142,2
	Выручка, тыс. руб.	112,5	137,3	132,9	73,2	88,8	108,0	144,1
	Чистая прибыль, тыс. руб.	39,3	323,6	73,0	60,3	-	-	-
	Коэффициент оборачиваемости, об.	102,1	116,7	100,0	60,7	88,2	116,7	74,5
10.20	Среднегодовая стоимость капитала, тыс. руб.	118,7	123,8	115,7	108,7	127,9	112,6	266,1
	Выручка, тыс. руб.	236,4	148,6	101,5	125,3	76,6	150,8	516,3
	Чистая прибыль, тыс. руб.	-	-	88,1	168,5	34,6	265,6	-
10.20	Коэффициент оборачиваемости, об.	200,0	112,4	80,0	108,9	54,7	130,9	140,5
10.51	Среднегодовая стоимость капитала, тыс. руб.	113,7	110,2	113,3	118,8	107,1	98,3	177,6
	Выручка, тыс. руб.	141,8	96,7	106,2	107,2	107,9	109,3	184,0
	Чистая прибыль, тыс. руб.	-	3943,8	128,4	95,7	24,7	322,8	-
	Коэффициент оборачиваемости, об.	120,5	84,2	91,6	89,6	106,1	116,4	102,8
10.61	Среднегодовая стоимость капитала, тыс. руб.	105,5	118,5	128,8	133,9	106,9	94,9	218,8
	Выручка, тыс. руб.	108,7	101,8	149,0	75,7	148,2	133,0	245,9
	Чистая прибыль, тыс. руб.	12,5	1539,8	179,5	81,2	80,3	184,8	417,1
	Коэффициент оборачиваемости, об.	99,1	87,1	114,9	62,1	140,3	131,7	113,7
10.72	Среднегодовая стоимость капитала, тыс. руб.	127,8	110,9	103,0	117,1	119,0	107,4	218,4
	Выручка, тыс. руб.	118,3	100,8	117,5	122,4	107,8	112,7	208,7
	Чистая прибыль, тыс. руб.	445,9	65,4	65,3	301,1	95,8	31,1	171,0
	Коэффициент оборачиваемости, об.	102,4	83,2	94,0	92,1	79,1	99,5	58,0

Анализ данных таблицы 3 детализирует и подтверждает результаты анализа типологической группировки, определяя отраслевые тренды. Наиболее высокая и устойчивая динамика развития наблюдается в перерабатывающих отраслях. Лидером по росту выручки стала переработка рыбы (в 5,2 раза в 2024 г. по сравнению с 2018 г.), а производство муки и круп продемонстрировало максимальный рост чистой прибыли (в 4,2 раза). В то же время

первичный производственный сектор (сельскохозяйственные отрасли) показывает противоречивые результаты. Растениеводство, обеспечивавшее прирост прибыли на 32,6 %, достигло этого преимущества за счет наращивания капитала, что привело к значительному снижению оборачиваемости активов. Таким образом, опережающий рост и сравнительно высокий уровень устойчивости характерны именно для производств с высокой добавленной стоимостью, что в долгосрочной перспективе укрепляет их инвестиционную привлекательность и вклад в продовольственную безопасность региона.

Для комплексной оценки развития агропромышленного комплекса РК недостаточно анализа абсолютных результатов и относительных показателей эффективности. Структурные группировки единиц наблюдения за 2018 г. и 2024 г. позволяют увидеть отраслевые структурные сдвиги в совокупном капитале (активах), выручке и чистой прибыли в пределах объекта наблюдения.

Построение структурной группировки опиралось на данные типологической группировки. По результатам структурной группировки построена диаграмма распределения активов и выручки исследуемых предприятий по видам экономической деятельности в 2018 г. и 2024 г. (рис. 1).

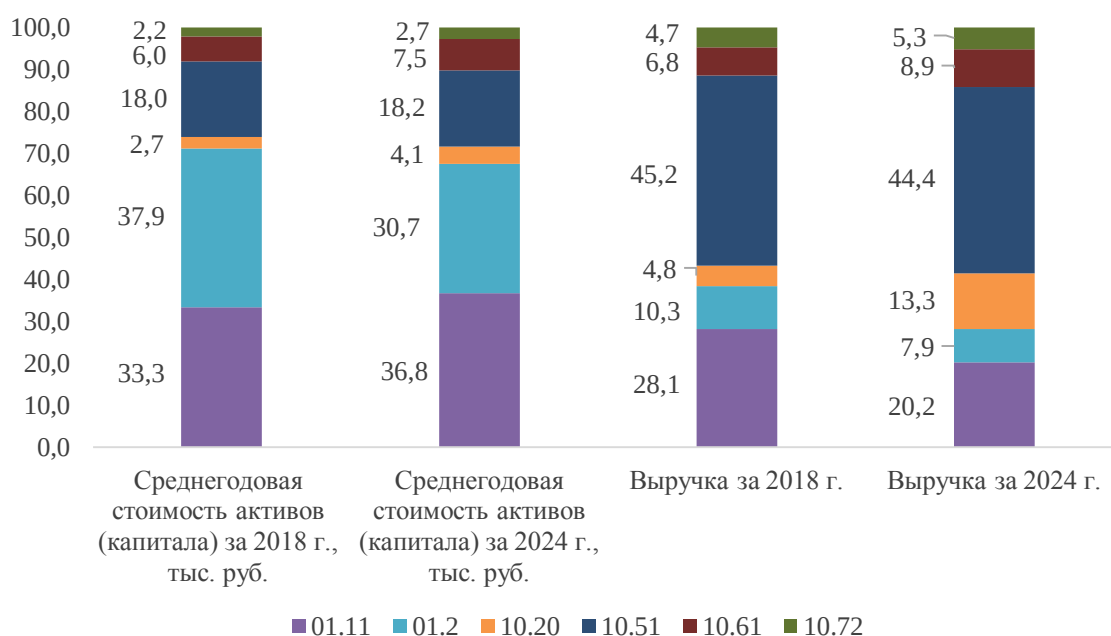


Рисунок 1 – Структурная диаграмма распределения активов и выручки выборочной совокупности предприятий РК по ВЭД в 2018 г. и 2024 г., %

Диаграмма наглядно показывает структурные сдвиги по ключевым характеристикам бизнес-активности в пределах объекта наблюдения в пользу предприятий перерабатывающей промышленности. Производство молочной продукции (10.51) стало лидером по сумме выручки, генерируя около 45 % общей выручки при доле капитала 18 %, что демонстрирует максимальную эффективность использования активов. При этом растениеводство (01.11) увеличив долю в активах, сократило долю в выручке, что указывает на снижение эффективности использования капитала.

Важнейшим направлением группировочного метода является аналитическая группировка, позволяющая определить наличие и характер связи между результативными признаками (характеристиками) деятельности предприятий, в качестве которых приняты выручка и чистая прибыль, и факторным признаком – величиной капитала, отражающей масштаб и капиталоемкость бизнеса. Для проведения аналитической группировки применялся метод прогрессивно-нарастающих интервалов, так как большинство рассмотренных предприятий по объемам своей деятельности относятся к малым и средним. В таблицах 4 и 5

сведены результаты аналитических группировок рассмотренных предприятий, исходя из среднегодовой стоимости капитала за 2018 г. и 2024 г., соответственно.

Таблица 4 – Аналитическая группировка выборочной совокупности предприятий Республики Крым за 2018 г. по величине капитала

Группы предприятий по величине капитала, тыс. руб.	Количество предприятий	Выручка, тыс. руб.		Чистая прибыль, тыс. руб.	
		всего	в том числе на одно предприятие	всего	в том числе на одно предприятие
394,5-1505,3	3	1698	566,0	114	38,0
1505,3-5744,0	1	8554	8554,0	2002	2002,0
5744-21918,0	7	138490	19784,3	-8164	-1166,3
21918,0-83634,7	7	290882	41554,6	-26375	-3767,9
83634,7-319132,8	10	1509148	150914,8	6784	678,4
319132,8-1217745,0	4	1380847	345211,8	324306	81076,5
Всего	32	3329619	566585,4	298667	78860,8

Таблица 5 – Аналитическая группировка выборочной совокупности предприятий Республики Крым за 2024 г. по величине капитала

Группы предприятий по величине капитала, тыс. руб.	Количество предприятий	Выручка, тыс. руб.		Чистая прибыль, тыс. руб.	
		всего	в том числе на одно предприятие	всего	в том числе на одно предприятие
249-886,8	2	678	339,0	-51	-25,5
886,8-3158,5	3	23121	7707,0	4272	1424,0
3158,5-11249,1	5	72843	14568,6	-5339	-1067,8
11249,1-40064,4	10	1555919	155591,9	18810	1881,0
40064,4-142691,8	8	2307105	288388,1	176166	22020,8
142691,8-508205,0	4	2281316	570329,0	219296	54824,0
Всего	32	6240982	1036923,6	413154	79056,5

Результаты группировок, представленных в таблицах 4 и 5, показывают наличие абсолютной прямой связи между размером предприятий, определяемым величиной его капитала, и выручкой. Для количественной оценки тесноты связи между величиной капитала и выручкой были построены соответствующие корреляционные таблицы за 2018 г. и 2024 г. и рассчитаны эмпирические коэффициенты детерминации, составляющие 0,998 (2018 г.) и 0,996 (2024 г.), показывающие, что выручка в основном зависит от суммы привлеченного в бизнес капитала. Сила связи между величиной капитала и выручкой очень высокая. В свою очередь, связи между величиной капитала и прибылью предприятий не наблюдается.

Сравнительный анализ двух аналитических группировок (за 2018 и 2024 гг.) показывают структурные изменения в рассматриваемом продовольственном секторе экономики Крыма. Основное положительное изменение заключается в повышении эффективности среднего бизнеса, оказавшегося наиболее устойчивым к негативному влиянию сложившихся в регионе условий функционирования. Предприятия с капиталом 112–400 млн руб. в 2018 году демонстрировали убыток, но уже в 2024 году стали прибыльными.

Исходя из результатов проведенного исследования очевиден устойчивый потенциал внутреннего продовольственного обеспечения и продовольственной безопасности Республики Крым несмотря на текущие вызовы и неблагоприятные обстоятельства.

Выводы. Проведённое выборочное исследование позволило оценить бизнес-привлекательность ключевых для продовольственной безопасности видов экономической деятельности Республики Крым за 2018–2024 гг. Основной вывод заключается в смещении инвестиционной привлекательности от первичного сельскохозяйственного сектора производства к перерабатывающим отраслям, что соответствует общим тенденциям экономического развития. Наиболее динамичный рост и высокую эффективность в пределах объекта исследования показали переработка рыбы, производство молочной продукции и мукомольно-крупяная промышленность. В то же время первичный аграрный сектор продемонстрировал ухудшение своего экономического состояния: растениеводство

сохранило стабильность при снижении рентабельности, а выращивание многолетних культур стало убыточным.

В контексте продовольственной безопасности выявленные тренды имеют двойственное значение. С одной стороны, развитие сектора переработки укрепляет экономическую основу продовольственного суверенитета региона, сокращая зависимость от ввоза готовой продукции. С другой стороны, уязвимость первичного аграрного производства, создает риски для устойчивой сырьевой базы. Таким образом, для долгосрочного обеспечения продовольственной безопасности Крыма необходима сбалансированная отраслевая политика, которая поддерживает как модернизацию перерабатывающих предприятий, так и финансовое оздоровление и повышение эффективности первичного сельскохозяйственного сектора.

Список использованной литературы:

1. Сайт Федеральной налоговой службы. 91 Республика Крым. Управление ФНС России по Республике Крым подвело итоги работы 2024 года и определило основные задачи на 2025 год. URL: https://www.nalog.gov.ru/rn91/news/activities_fts/15737543/ (дата обращения: 15.01.2026).
2. Велибекова Л.А. Современные проблемы и пути обеспечения глобальной продовольственной безопасности // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2025. № 5. С. 166–190. DOI: 10.26897/0021-342X-2025-5-166-190.
3. Суглобов А.Е., Родионов А.В. Проблемы и перспективы обеспечения продовольственной безопасности России в современных условиях // Russian Journal of Management. 2019. Т. 7. № 4. С. 41–45. DOI: 10.29039/2409-6024-2019-7-4-41-45.
4. Котенев А.Д., Будагов Н.В., Терещенко О.В. Приоритеты в обеспечении продовольственной безопасности: региональный аспект // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2025. № 1. С. 93–104.
5. Верещицкий А.В., Киселева А.А. Совершенствование региональной системы обеспечения продовольственной безопасности Республики Крым // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2024. Т. 10. № 2. С. 14–21.
6. Беляева М.С., Робец Д.С. Оценка продовольственной безопасности Республики Крым и города Севастополя // Экономика и управление: проблемы, решения. 2026. Т. 7. № 4 (169). С. 71–80. DOI: 10.36871/ek.ur.p.r.2026.04.07.008.
7. Весов К.Э. Продовольственная безопасность Республики Крым как важнейшая составляющая благополучия региона // Контроль и анализ как инструмент обеспечения устойчивого развития и экономической безопасности хозяйствующих субъектов: сборник статей по итогам III Международной межвузовской научно-практической конференции. М., 2025. С. 59–71.
8. Сайт Государственного информационного ресурса бухгалтерской финансовой отчетности. URL: <https://bo.nalog.gov.ru/> (дата обращения: 27.12.2025).
9. Сайт List-Org – проверка контрагентов. URL: <https://www.list-org.com/> (дата обращения: 09.01.2026).
10. Яркина Н.Н. Статистика: учебник. Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2021. 229 с.

References:

1. Sayt Federal`noj nalogovoj sluzhby`. 91 Respublika Kry`m. Upravlenie FNS Rossii po Respublike Kry`m podvelo itogi raboty` 2024 goda i opredelilo osnovny`e zadachi na 2025 god [Site of the Federal Tax Service. 91 Republic of Crimea. The Federal Tax Service of Russia for the Republic of Crimea summed up the results of 2024 and identified the main objectives for 2025]. (In Russian). Available at: https://www.nalog.gov.ru/rn91/news/activities_fts/15737543/ (accessed 15.01.2026).
2. Velibekova L.A. Sovremennyy`e problemy` i puti obespecheniya global`noj prodovol`stvennoj bezopasnosti [Contemporary challenges and strategies for ensuring global food security].

- Izvestiya Timiryazevskoj sel'skoxozyajstvennoj akademii* [Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy], 2025, no. 5, pp. 166–190. (In Russian). DOI: 10.26897/0021-342X-2025-5-166-190.
3. Suglobov A.E., Rodionov A.V. Problemy i perspektivy obespecheniya prodovol'stennoj bezopasnosti Rossii v sovremennyx usloviyax [Problems and Prospects of Ensuring Russia's Food Security in the Current Conditions]. *Russian Journal of Management* [Russian Journal of Management], 2019, vol. 7, no. 4, pp. 41–45. (In Russian). DOI: 10.29039/2409-6024-2019-7-4-41-45.
 4. Kotenev A.D., Budagov N.V., Tereshhenko O.V. Priority v obespechenii prodovol'stennoj bezopasnosti: regional'nyj aspekt [Priorities in Ensuring Food Security: Regional Aspect]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo texnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2025, no. 1, pp. 93–104. (In Russian).
 5. Vershiczkiy A.V., Kiseleva A.A. Sovershenstvovanie regional'noj sistemy obespecheniya prodovol'stennoj bezopasnosti Respubliki Krym [Improving the Regional Food Security System in the Republic of Crimea]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Ekonomika i upravlenie* [Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Economics and Management], 2024, vol. 10, no. 2, pp. 14–21. (In Russian).
 6. Belyaeva M.S., Robecz D.S. Ocenka prodovol'stennoj bezopasnosti Respubliki Krym i goroda Sevastopolya [Assessment of Food Security in the Republic of Crimea and the City of Sevastopol]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and Management: Problems, Solutions], 2026, vol. 7, no. 4 (169), pp. 71–80. (In Russian). DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2026.04.07.008.
 7. Vesov K.E. Prodovol'stvennaya bezopasnost' Respubliki Krym kak vazhnejshaya sostavlyayushhaya blagopoluchiya regiona [Food Security of the Republic of Crimea as an Essential Component of the Region's Well-Being]. *Sbornik statej po itogam 3 Mezhdunarodnoj mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Kontrol' i analiz kak instrument obespecheniya ustojchivogo razvitiya i ekonomicheskoy bezopasnosti xozyajstvuyushix sub`ektov»* [Collection of articles based on the results of the 3rd International Interuniversity Scientific and Practical Conference “Control and Analysis as a Tool for Ensuring Sustainable Development and Economic Security of Business Entities”]. Moscow, 2025, pp. 59–71. (In Russian).
 8. *Sayt Gosudarstvennogo informacionnogo resursa buxgalterskoj finansovoj otchetnosti*. [Site of the State Information Resource for Accounting and Financial Reporting]. (In Russian). Available at: <https://bo.nalog.gov.ru/> (accessed 27.12.2025).
 9. *Sayt List-Org – proverka kontragentov* [List-Org site – verification of counterparties]. (In Russian). Available at: <https://www.list-org.com/> (accessed 09.01.2026).
 10. Yarkina N.N. *Statistika* [Statistics]. Kerch, KGMTU Publ., 2021, 229 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Яркина Наталья Николаевна	д-р экон. наук, профессор кафедры экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298309, 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
Кленина Дарья Артемовна	магистрант 1-го курса направления подготовки «Экономика» Керченский государственный морской технологический университет

Klenina
Daria Artemovna

университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
dariyaklenina27@yandex.ru
master's student of the 1st year of the training direction "Economics"
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
dariyaklenina27@yandex.ru

УДК 658:330.131.7

Яркина Н.Н., Лунёва В.В.

**ИНТЕГРИРОВАННОСТЬ КАК БАЗОВЫЙ ПРИНЦИП УПРАВЛЕНИЯ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИМИ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Аннотация. В статье обосновывается актуальность интегрированности как базового принципа управления предпринимательскими рисками в системе экономической безопасности предприятия, развитие теоретических аспектов которой выделено в качестве цели исследования. Исследование опиралось на комплекс теоретических и эмпирических методов исследования, включая анализ, синтез и дедукцию. Показана структурно-логическая обусловленность категорийного аппарата системы обеспечения экономической безопасности предприятия и уточнены его исходные понятия в контексте исследования. Отмечено, что принцип интегрированности способствует преодолению недостатков традиционных подходов к управлению рисками предприятий и отражает комплексный интеграционный управленческий подход, элементами которого являются организационная, процессная, методологическая и информационная интеграция. Акцентируется свойство интегрированности обеспечивать положительный синергетический эффект управления рисками предприятия, как фактора его экономической безопасности. Элементом научной новизны исследования является выделение функционального и инновационного подходов к управлению предпринимательскими рисками в системе обеспечения экономической безопасности предприятия. Рассмотрен положительный опыт реализации принципа интегрированного управления рисками на примере ПАО «ГМК «Норильский никель».

Ключевые слова: интегрированность, предпринимательские риски, экономическая безопасность, управление рисками, обеспечение экономической безопасности предприятия, функциональный подход, инновационный подход.

Yarkina N.N., Luneva V.V.

**INTEGRATION AS A BASIC PRINCIPLE OF MANAGING ENTREPRENEURIAL RISKS
IN THE SYSTEM OF ENSURING THE ECONOMIC SECURITY OF AN ENTERPRISE**

Abstract. The article substantiates the relevance of integration as a basic principle of managing entrepreneurial risks in the enterprise's economic security system, and the development of its theoretical aspects is identified as the goal of the study. The research was based on a combination of theoretical and empirical methods, including analysis, synthesis, and deduction. The paper shows the structural and logical dependence of the key conceptual characteristics of the enterprise's economic security system and clarifies its initial concepts in the context of the study. It is noted that the principle of integration helps to overcome the shortcomings of traditional approaches to enterprise risk management and reflects a comprehensive integrated management approach that includes organizational, process, methodological, and information integration. The article emphasizes the importance of integration in ensuring a positive synergistic effect in managing enterprise risks as a factor in ensuring the economic security of an enterprise. The novelty of the research lies in the identification of functional and innovative approaches to managing enterprise risks in the system of ensuring the economic security of an enterprise. The article also examines the positive experience of implementing the principle of integrated risk management at PJSC MMC Norilsk Nickel.

Keywords: integration, entrepreneurial risks, economic security, risk management, ensuring the economic security of an enterprise, functional approach, innovative approach.

Введение. В условиях современной экономики, характеризующейся полифакторной неопределенностью, геополитической напряженностью, санкционным давлением, киберугрозами, разрывами логистических цепочек и быстрым устареванием технологий,

обеспечение экономической безопасности предприятия (ЭБП) выходит на первый план. Традиционные реактивные подходы, основанные на изолированном управлении отдельными видами рисков и фокусирующиеся на защите от уже реализовавшихся угроз, демонстрируют свою неэффективность, поскольку не учитывают взаимосвязь и взаимовлияние различных угроз. Возникает объективная потребность в пересмотре основополагающих принципов управления рисками на уровне хозяйствующих субъектов. На первый план выдвигается принцип интегрированности, предполагающий объединение всех элементов, ресурсов и процессов управления рисками в единую систему, встроенную в общий контур стратегического управления предприятием. Проактивный подход к управлению предпринимательскими, опирающийся на принцип интегрированности – безальтернативный путь обеспечения экономической безопасности предприятия.

Значимость интегрированного подхода в рамках методологии управления предпринимательскими рисками актуализирует тему исследования.

Цель исследования – развитие теоретических аспектов интегрированности как базового принципа управления предпринимательскими рисками в системе обеспечения ЭБП, актуализация ее роли как средства укрепления бизнес-безопасности через призму функционального и инновационного подходов.

Материалы и методы исследования. Нормативно-методологическую основу интегрированного риск-менеджмента составляют международные стандарты в области управления предпринимательскими рисками [1, 2], раскрывающие суть современного интегрированного подхода к управлению предпринимательскими рисками и предлагающие методический инструментарий оценки его эффективности.

Риск-менеджмент как самостоятельное научное направление активно развивался за рубежом с середины прошедшего века. В российской предпринимательской практике проблема управления предпринимательскими рисками (УПР) актуализировалась после девяностых годов прошлого столетия и как самостоятельного явления и в контексте обеспечения экономической безопасности бизнеса. Ее исследование опирается на теоретико-прикладную базу, сформированную ведущими иностранными учеными и практиками в области риск-менеджмента, и в настоящее время эволюционирует согласно общемировым трендам и национальным реалиям.

Несмотря на то, что сущностные аспекты УПР, начиная с понятия «предпринимательский риск» рассмотрены во многих трудах зарубежных и отечественных авторов, за основу в рамках проводимого исследования приняты работы Бирда Р., Пентикольнена Т., Розенена Э. [3] и Хейлмана В.Р. [4] излагающие основы теории риска; Шапкина А.С. и Шапкина А.В. [5], раскрывающие сущность понятия неопределенности и риска; Бондаря А.В. [6], Вишнякова Я.Д., Радаева Н.Н. [7], Тюленева Ю.В. [8] и Шепеленко А.В. [9], рассматривающие различные подходы к трактованию сути предпринимательского риска, определяющие особенности управления им как фактора ЭБП. Результаты изучения непосредственного влияния рисков на экономическую безопасность предприятия представлены Марочкиным Н.А., акцентирующим отраслевой и региональный аспекты обозначенной проблемы [10].

Актуализация исследования принципа интегрированности в контексте современных подходов обеспечения экономической безопасности хозяйствующих субъектов через совершенствование управления их предпринимательскими рисками, как самостоятельной экономической проблемы вытекает из предыдущих авторских исследований относительно методологических аспектов управления предпринимательским риском в системе ЭБП [11] и является логическим продолжением выделения функциональной составляющей управления предпринимательскими рисками с учетом необходимости функциональной интеграции в общую систему функций управления предприятием и, соответственно, ЭБП [12].

Эмпирическая составляющая исследования представлена результатами внедрения принципа интегрированности УПР в практику управления ПАО «ГМК «Норильский никель» [13].

Соответственно, исследование опиралось на комплекс теоретических и эмпирических методов исследования, включая обзор и критический анализ первоисточников, рассматривающих теоретико-методологические и практические аспекты УПР в системе обеспечения ЭБП; синтез как средство логического доведения результатов анализа до соответствующих обобщений; дедукцию, следствием которой выступает конкретизация предмета исследования и выделение его ключевых характеристик; систематизацию в части описания принципа интегрированности относительно УПР и его функций.

Результаты исследования и их обсуждение. С позиций теории риска «риск» трактуется как «вероятность отклонения фактических результатов от ожидаемых» [5], сопровождаемого как с положительным, так и отрицательным результатом. Положительный эффект риска является одновременно и следствием, и причиной появления новых бизнес-моделей, построенных на инновационной основе, и предопределяет выделение самостоятельной экономической категории «предпринимательский риск».

Предпринимательский риск, как вероятность наступления неблагоприятных событий в следствии реализации реальных и потенциальных угроз бизнесу, способных нанести ущерб финансово-экономическому положению и операционной устойчивости предприятия [6-8], является краеугольным понятием при характеристике системы обеспечения ЭБП (рис. 1). Следует отметить, что под экономической безопасностью предприятия понимается такое его организационно-ресурсное состояние, при котором обеспечивается предотвращение и нейтрализация внешних и внутренних угроз его функционированию, способствующих нарушению устойчивости развития предприятия, и гарантируется его бизнес состоятельность и экономическая эффективность.

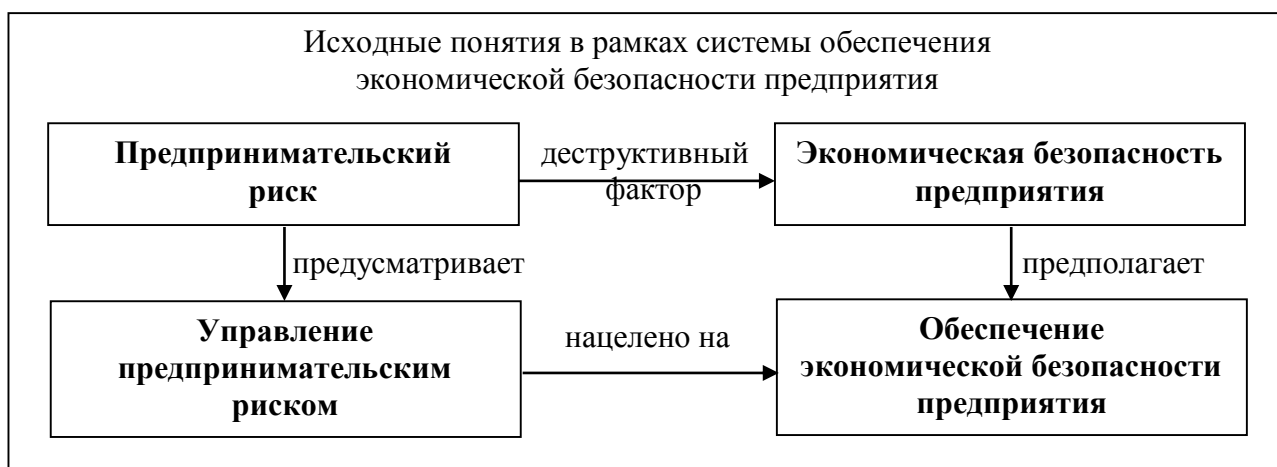


Рисунок 1 – Структурно-логическая обусловленность базового категориального аппарата системы обеспечения ЭБП

Предприятия подвергаются широчайшему спектру угроз экономического, политического, социального, технологического, природно-климатического и т. д. характера, предопределяющих и разнообразие предпринимательских рисков. Управление различными группами рисков, как правило, осуществлялось обособленно, что порождало ряд проблем: дублирование функций, противоречивость мер, несвоевременность реагирования и, как следствие, низкую эффективность защиты экономических интересов предприятия. Специалисты подчеркивают ярко выраженный отраслевой и региональный характер влияния рисков на ЭБП и необходимость персонализированной архитектуры управления ими под каждый субъект предпринимательства [10]. Именно управляемость является важнейшей качественной характеристикой предпринимательского риска. Согласно ISO 31000 управление предпринимательским риском представляет собой «скоординированные действия по руководству и управлению предприятием в области риска» и должно опираться на принцип

интегрированности как неотложное правило риск-менеджмента [1].

Принцип интегрированности способствует преодолению недостатков традиционных подходов к управлению рисками предприятий, направленных на «работу» с конкретным видом риска силами определенных функциональных должностей и подразделений, и отражает комплексный интеграционный управленческий подход, элементами которого являются:

- организационная интеграция – создание единой структуры или механизма координации, объединяющего все подразделения, участвующие в управлении рисками (финансовый отдел, служба безопасности, производственный отдел, юридическая служба и др.);

- процессная интеграция – встраивание процедур идентификации, оценки, мониторинга и контроля рисков во все ключевые бизнес-процессы предприятия (от стратегического планирования до операционной деятельности);

- методологическая интеграция – сочетание качественных и количественных методов оценки (карты рисков, статистические модели, стресс-тестирование и т. д.) и формирование единой методологической базы УПР. Карты рисков (качественный экспресс-анализ) целесообразно сочетать с имитационным моделированием Монте-Карло и методом моментов, что особенно значимо при недостатке статистической информации по новым видам рисков, в числе которых актуализировались киберриски и репутационные риски;

- информационная (цифровая) интеграция – создание единого информационного пространства для сбора, обработки и анализа данных о рисках, обеспечивающего прозрачность и скорость принятия решений. Цифровая интеграция предполагает объединение данных о внутренних и внешних рисках в единое информационное поле с использованием систем класса GRC (Governance, Risk, Compliance).

Выделяя принцип интегрированности в контексте УПР следует отметить более широкие возможности применения данного понятия относительно характеристики системных элементов, представленных на рисунке 1. С одной стороны, «интегрированность» может рассматриваться как признак (свойство) таких элементов системы обеспечения ЭБП как «предпринимательский риск» и «экономическая безопасность предприятия»; с другой стороны – как принцип, т. е. ключевое правило не только управления рисками предприятия, но и обеспечения его экономической безопасности, следование которому позволяет не просто суммировать усилия различных подразделений предприятия, а достичь синергетического эффекта, при котором положительные результаты взаимодействия превосходят сумму отдельных результатов относительно УПР и обеспечения ЭБП, и в конечном итоге, повышения эффективности управления предприятием в целом.

Интегрированный подход к УПР и, соответственно, обеспечению ЭБП реализуется посредством общих и конкретных функций [12], органически встроенных в общий контур управления предприятием, т. е. согласованных и объединенных с функциями управления предприятием, что позволяет выделять функциональный аспект интегрированного УПР и обеспечения ЭБП. И если общие функции управления (планирование, организация, координация, мотивация и контроль) не требуют дополнительных комментариев из-за своей универсальности, то конкретные функции предполагают уточнение с учетом специфики объекта управления (рис. 2).

Интегрированность УПР и обеспечения ЭБП в общую систему управления предприятием позволяет выделить его инновационную составляющую, относящуюся к организационным инновациям, реализующимся посредством прогностической, регулирующей и, собственно, инновационной функций УПР.

Инновационный подход к интегрированному УПР в системе обеспечения ЭБП в рамках:

- прогностической функции проявляется в актуализации и реализации проактивной идентификации, предполагающей использование современной прогностической аналитики и непрерывного мониторинга индикаторов риска для раннего обнаружения точек бифуркации (критических точек, по динамике параметров которых фиксируются качественные изменения в поведении соответствующей системы), охватывающей все элементы системы УПР,

обеспечения ЭБП и предприятия в целом в единстве и взаимообусловленности;

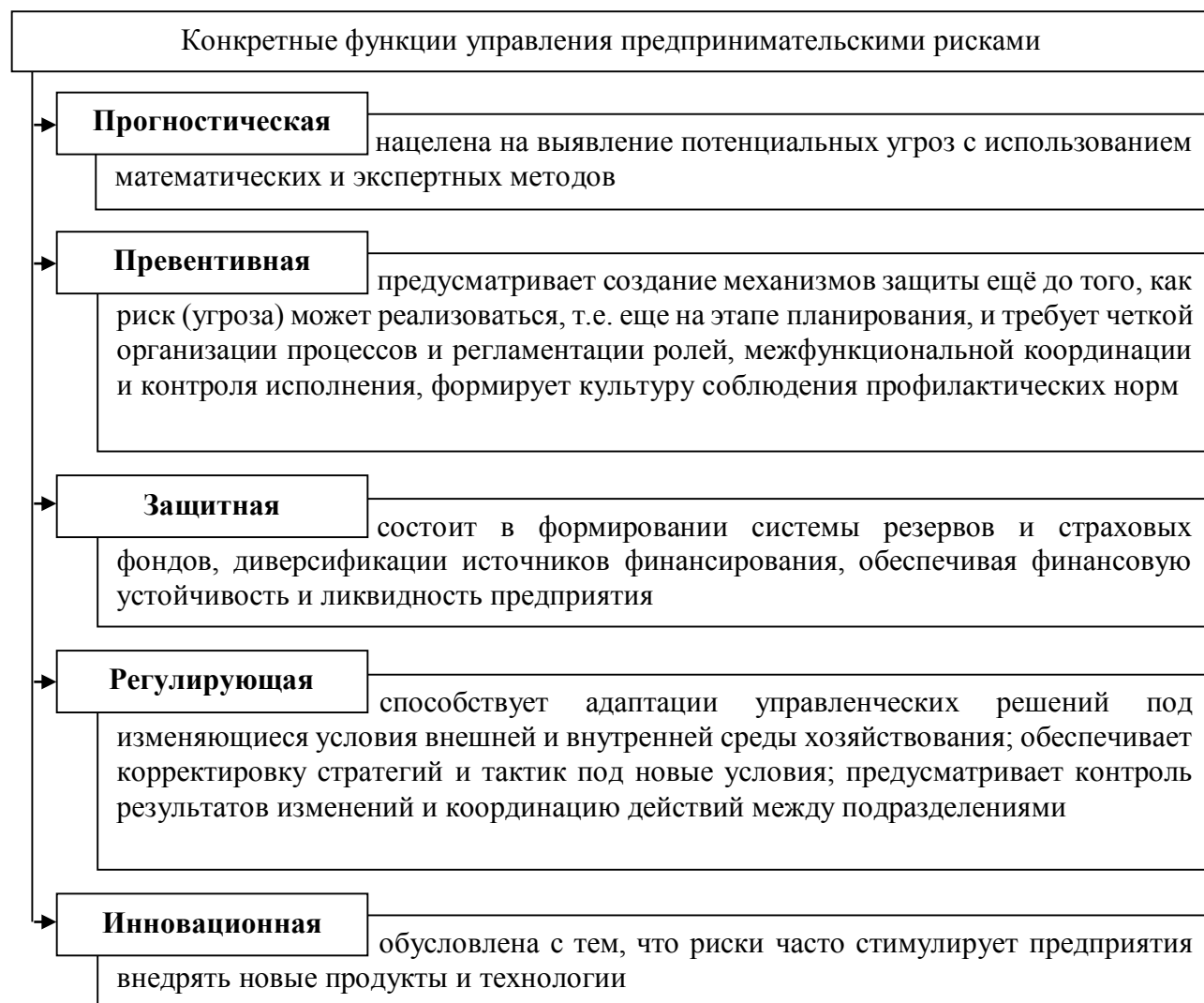


Рисунок 2 – Характеристика конкретных функций управления предпринимательскими рисками

– регулирующей функции акцентирует адаптивное реагирование, предусматривающее не жесткие регламенты, а сценарное планирование и динамическое перераспределение ресурсов на принципах комплексного подхода;

– инновационной функции строится на том, что именно предпринимательский риск является импульсом инновационного развития, опирающегося на новые идеи, разработки и технологии производственного, рыночного и управленческого характера.

Инновационный подход к интегрированному УПР в системе обеспечения ЭБП – это не просто применение новых технологий, а пересмотр философии управления бизнес рисками: от избегания риска к устойчивому развитию через контролируемую рискованность.

Практическую эффективность реализации принципа интегрированности управления рисками демонстрирует опыт ПАО «ГМК «Норильский никель». Предприятие реализовало не просто набор процедур, а системную интеграцию всех подразделений в общую систему риск-менеджмента. На предприятии создана и функционирует интегрированная система управления рисками в цепочках поставок минерального сырья. Инновационные решения заключаются [13]:

– во внедрении инструмента оценки CAHRA (зоны конфликтного и высокого риска) и анкетирования «Знай своего поставщика» для сквозной проверки цепочек поставок

минерального сырья;

- в применении матрицы принятия решений по рискам, где уровень подтвержденного риска напрямую определяет алгоритм взаимодействия с контрагентом;
- в ежегодной актуализации оценки территориальной принадлежности и публичной отчетности по цепочке поставок.

Процесс интегрированного риск-менеджмента на предприятии включает несколько этапов: «выявление индикаторов риска (с использованием анкеты «Знай своего поставщика», анкеты соответствия Кодексу корпоративного поведения поставщиков, опросника для отображения цепочки поставок, инструмента оценки CAHRA); проведение расширенной комплексной проверки поставщика при выявлении индикаторов риска; оценку уровня подтвержденного риска и разработку совместного плана мероприятий по управлению им» [13]. Внедрение стандартизированных процедур мониторинга и реагирования позволило предприятию сохранять финансовую и операционную устойчивость, что прямо коррелирует с определением экономической безопасности как состояния защищенности жизненно важных интересов от внутренних и внешних угроз.

Выводы. Интегрированность – насущная необходимость, объективный фактор, ключевой принцип, актуальность которого обусловлена ходом экономического развития, и определяется тесной взаимосвязью и взаимообусловленностью всех системно организованных экономических процессов и явлений.

Как базовый принцип УПР в системе обеспечения ЭБП, интегрированность закладывает основу проактивного управления рисками, позволяя добиться положительного синергетического эффекта от вовлеченности в управленческий процесс всех субъектных элементов системы управления предприятием и комплексного применения соответствующих методов, способствуя поддержанию состояния стабильности функционирования и защищенности от различного рода угроз.

Интеграционный подход к управлению предпринимательскими рисками охватывает организационную, процессную, методологическую и информационную интеграцию, взаимодополняющий и взаимоподдерживающий характер которых (через создание единой структуры или механизма УПР, предусматривающей вовлеченность всех звеньев управления предприятия в процесс риск-менеджмента; встраивание процедур идентификации, оценки, мониторинга и контроля рисков во все ключевые бизнес-процессы предприятия; формирование единой методологической базы УПР; создание единой системы информационного обеспечения УПР) способствует комплексному решению проблемы обеспечения ЭБП.

Интегрированность УПР опирается на реализацию общих и конкретных функций, прямо или опосредовано выполняемых в рамках всех должностных обязанностей и структурных подразделений предприятия. Функциональный подход к интегрированному УПР предопределяет наличие и эффективное действие комплексного механизма УПР в системе обеспечения ЭБП. В прогностической, регулирующей и, собственно, инновационной функциях заложен инновационный аспект интегрированного УПР, предусматривающий восприимчивость новых идей и применение новых технологий в вопросах эффективного УПР и обеспечения ЭБП.

Анализ опыта ПАО «ГМК «Норильский никель» подтверждает, что системное управление рисками способствует устойчивости и конкурентоспособности бизнеса даже в условиях нестабильной экономической и политической среды, а интегрированность выступает ключевым принципом, обеспечивающим целостность и эффективность всей системы экономической безопасности.

Результаты исследования позволяют утверждать, что интегрированность является необходимым условием формирования устойчивой и адаптивной системы экономической безопасности. Перспективные направления развития связаны с цифровой трансформацией и совершенствованием методологии риск-менеджмента.

Список использованной литературы:

1. ISO 31000:2018 «Risk management – Guidelines». URL: <https://www.iso.org/standard/65694.html> (дата обращения: 22.06.2026).
2. ISO/IEC 31010:2019 «Risk management – Risk assessment techniques». URL: <https://www.iso.org/standard/72140.html> (дата обращения: 22.06.2026).
3. Beard R., Pentikolnen T., Resonen E. *Risk Theory*. London, Methuen & CoLTD, 1969. 119 p.
4. Heilman W.R. *Fundamentals of Risk Theory*. Karlsruhe, Veirlag Versicherungs – Wirtschaft 1.V., 1988. 288 p.
5. Шапкин А.С., Шапкин А.В. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций: учебник. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2023. 874 с.
6. Бондарь А.В. Ситуационный менеджмент: учебное пособие. М.: Центр учебной литературы, 2019. 326 с.
7. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков: учебное пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2018. 368 с.
8. Тюленева Ю.В. Определение категории «риск предпринимательской деятельности» как основа эффективной деятельности предприятий // Экономический вестник Восточно-Сибирского технического университета. 2019. № 6. С. 47–52.
9. Шепеленко А.В. Управление предпринимательскими рисками субъекта хозяйствования // Экономические науки: Вестник Си-БГУ. 2019. № 4 (52). С. 189–199.
10. Марочкин Н.А. Влияние рисков на экономическую безопасность предприятия: отраслевой и региональный аспекты // Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий: материалы V Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 22-23 апреля 2019 г.: в 2-х т. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. Т. 2. С. 134–138.
11. 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.
12. Яркина Н.Н., В.В. Лунёва. Функции управления предпринимательским риском в системе функций управления предприятием // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2025. № 3. С. 230–238.
13. Отчет в области ответственной цепочки поставок Группы компаний «Норильский никель» за 2024 год. URL: https://nornickel.ru/upload/files/ru/investors/reports-and-results/annual-reports/responsible_supply_chain_report_2024-rus.pdf (дата обращения: 22.06.2026).

References:

1. ISO 31000:2018. *Risk management – Guidelines*. (In English). Available at: <https://www.iso.org/standard/65694.html> (accessed 22.06.2026).
2. ISO/IEC 31010:2019. *Risk management – Risk assessment techniques*. (In English). Available at: <https://www.iso.org/standard/72140.html> (accessed 22.06.2026).
3. Beard R., Pentikolnen T., Resonen E. *Risk Theory*. London, Methuen & CoLTD, 1969, 119 p. (In English).
4. Heilman W.R. *Fundamentals of Risk Theory*. Karlsruhe, Veirlag Versicherungs – Wirtschaft 1.V., 1988, 288 p. (In English).
5. Shapkin, A.S., Shapkin, A.V. *Teoriya riska i modelirovanie riskovykh situacij* [Risk Theory and Modeling of Risk Situations]. Moscow, Dashkov and K Publ., 2023, 874 p. (In Russian).
6. Bondar A.V. *Situacionnyj menedzhment* [Situational Management]. Moscow, Centr uchebnoj literatury Publ., 2019, 326 p. (In Russian).
7. Vishnyakov Ya.D., Radaev N.N. *Obshchaya teoriya riskov* [General theory of risks]. Moscow, Izdatel'skij centr «Akademiya» Publ., 2018, 368 p. (In Russian).
8. Tyuleneva Yu.V. *Opreделение kategorii «risk predprinimatel'skoj deyatel'nosti» kak osnova effektivnoj deyatel'nosti predpriyatij* [Definition of the category “entrepreneurial activity risk” as the basis for the effective operation of enterprises]. *Ekonomicheskij vestnik Vostochno-*

- Sibirskogo tekhnicheskogo universiteta* [Economic Bulletin of the East Siberian Technical University], 2019, no. 6, pp. 47-52. (In Russian).
9. Shepelenko A.V. Upravlenie predprinimatel'skimi riskami sub"ekta hozyajstvovaniya [Management of Business Risks of a Business Entity]. *Ekonomicheskie nauki: Vestnik Si-BGU* [Economic Sciences: Bulletin of Si-BGU], 2019, no. 4 (52), pp. 189–199. (In Russian).
 10. Marochkin N.A. Vliyanie riskov na ekonomicheskuyu bezopasnost' predpriyatiya: otraslevoy i regional'nyy aspekty [The influence of risks on the economic security of an enterprise: sectoral and regional aspects]. *Materialy 5 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Strategii razvitiya sotsial'nykh obshchestv, institutov i territoriy»* [Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference “Strategies for the development of social communities, institutions and territories”]. Yekaterinburg, Ural University Publ., 2019, vol. 2, pp. 134–138. (In Russian).
 11. Yarkina N.N., Yarkin A.E. Metodologicheskie aspekty upravleniya predprinimatel'skim riskom v sisteme ekonomicheskoy bezopasnosti predpriyatiya [Methodological Aspects of Entrepreneurial Risk Management in the Economic Security System of an Enterprise]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2020, no. 3, pp. 152–167. (In Russian).
 12. Yarkina N.N., Luneva V.V. Funkcii upravleniya predprinimatel'skim riskom v sisteme funktsij upravleniya predpriyatiem [Functions of business risk management in the enterprise management system]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2025, no. 3, pp. 230–238. (In Russian).
 13. *Otchet v oblasti otvetstvennoy cepochki postavok Gruppy kompanij «Noril'skiy nikel'» za 2024 god* [Norilsk Nickel Group's Responsible Supply Chain Report for 2024]. (In Russian). Available at: https://nornickel.ru/upload/files/ru/investors/reports-and-results/annual-reports/responsible_supply_chain_report_2024-rus.pdf (accessed 22.06.2026).

Сведения об авторах / Information about authors

Яркина Наталья Николаевна	д-р экон. наук, профессор кафедры экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298309, 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
Лунёва Вероника Валерьевна	магистрант 2-го курса направления подготовки «Экономика» Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 nikalun15@gmail.com
Luneva Veronika Valeryevna	master's student of the 2nd year of the training direction “Economics” Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 nikalun15@gmail.com

УДК 664:004.942

Губарь О.С., Фролова Н.А., Верхотуров В.В.

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ И ИННОВАЦИЯМИ В КОНДИТЕРСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. В данной статье рассматриваются перспективы применения технологии цифровых двойников (ЦД) на этапах проектирования и художественного оформления кондитерских изделий. В работе проанализированы ключевые компоненты разработки ЦД, такие как «лучшие в классе» технологии, системный инжиниринг и многоуровневая матрица требований, применительно к задачам кондитерского производства. На основе анализа существующих инструментов моделирования (структурно-параметрических, математических, имитационных) представлена блок-схема процесса создания ЦД для художественного оформления изделия. Интеграция технологий 3D-моделирования, аддитивных технологий и систем компьютерного моделирования позволяет создавать виртуальные прототипы с детализацией органолептических показателей, сокращая время и издержки на разработку новых дизайнов. Обсуждается схема валидации разработанных моделей и значительный потенциал ЦД как инструмента для повышения конкурентоспособности и адаптации кондитерского изделия под желания клиента.

Ключевые слова: цифровые двойники, кондитерские изделия, художественное оформление, 3D-моделирование, виртуальные испытания, системный инжиниринг, аддитивные технологии.

Gubar O.S., Frolova N.A., Verkhoturov V.V.

DIGITAL TWINS IN QUALITY MANAGEMENT AND INNOVATION IN CONFECTIONERY PRODUCTION

Abstract. This article examines the prospects for applying digital twin (DT) technology in the design and artistic decoration stages of confectionery products. The work analyzes the key components of DT development, such as best-in-class technologies, systems engineering, and a multi-level requirements matrix, specifically in the context of confectionery manufacturing. Based on an analysis of existing modeling tools (structural-parametric, mathematical, and simulation), a block diagram of the DT creation process for product decoration is presented. The integration of 3D modeling, additive manufacturing, and computer-aided design systems enables the creation of virtual prototypes with detailed organoleptic characteristics, reducing development time and costs for new designs. The article also discusses the validation scheme for the developed models and highlights the significant potential of DT as a tool to enhance competitiveness and adapt confectionery products to customer preferences.

Keywords: digital twins, confectionery products, artistic design, 3D modeling, virtual testing, systems engineering, additive technologies.

Введение. Индустрия 5.0 – пятая промышленная революция в области производства продуктов питания характеризуется слиянием физических, цифровых и агробиологических достижений в науке и технологиях продуктов питания и рассматривается как более целостный, междисциплинарный и многомерный подход [1]. Разработка и применение цифровых технологий для сбора, обработки и анализа массивов баз данных, проектирования пищевых систем, выработки новых технологических подходов и развития потребительского рынка – одно из важнейших направлений исследования пищевых систем. В условиях цифровой трансформации и стремительного роста современного рынка предприятия пищевой промышленности вынуждены внедрять инновационные и передовые решения для снижения затрат при низкой рентабельности, обеспечения качества и безопасности продукции, своевременной доставки продуктов в соответствии с растущим спросом и повышения

экологичности. Очевидно, что особое место среди драйверов развития занимают технологии создания цифровых двойников (ЦД). Последние исследования показывают, что цифровая трансформация представляет собой мощный подход к управлению производством продуктов питания за счет интеграции инструментов моделирования и симуляции, датчиков, исполнительных механизмов и коммуникационных платформ, что позволяет разрабатывать виртуальные среды для мониторинга, принятия решений и управления процессами в реальном времени [2, 3].

Пищевая промышленность внедряет цифровые технологии для сокращения сроков выполнения заказов и гарантирования своевременной доставки все большего числа продуктов. Цифровое моделирование позволяет создавать реалистичные и точные модели производственных процессов и пищевой продукции [4, 5]. Следует отметить, что цифровые двойники позволяют моделировать промышленные процессы и обосновывать физические процессы обработки пищевых продуктов, проводить анализ производственной информации и оперативно принимать управленческие решения [6]. Благодаря динамическим возможностям решения проблем, технологии ЦД широко используются в анализе повышения производительности предприятий пищевой промышленности для стратегического картирования, создания визуализации и управления производственными процессами в пищевой промышленности. Применение технологии ЦД повышает доступность и эффективность управления и использования производственных, человеческих, финансово-экономических ресурсов и обеспечивает устойчивое развитие предприятия [7].

В настоящее время многие процессы в пищевой промышленности контролируются автоматически с целью минимизации потребности в рабочей силе и обеспечения надлежащего контроля качества и безопасности пищевых продуктов, поэтому внедрение цифровых технологий выступает предтечей предотвращения возможных проблем в процессе производства. Так, при производстве жидких и порошкообразных продуктов подчеркивается эффективность использования ЦД для повышения эффективности управления производственным процессом [8]. ЦД показали свою эффективность при моделировании и управлении процессами сушки зерна, что позволило значительно снизить энергопотребление и повысить качество зерна – уменьшить количество трещин и сохранить питательные вещества за счет равномерного распределения тепла [9]. Эта технология позволяет разрабатывать виртуальные среды для мониторинга и управления процессами в реальном времени, а также предоставлять действенные показатели для принятия решений. Основные области применения цифровых двойников сосредоточены на разработке рецептов и проектировании функциональных продуктов питания [10], управлении технологическими процессами и оборудованием [8], управлении жизненным циклом продукции с учетом потребительских предпочтений [11], а также на контроле качества и безопасности [12].

Рост численности населения планеты, изменение климата, сложные логистические пути и ресурсные ограничения оказывают существенное влияние на устойчивое функционирование и развитие пищевой промышленности. Уникальные физические, химические и иные особенности продуктов питания, а также ограничение срока годности и определённые требования при хранении и транспортировке для обеспечения качества и безопасности требуют постоянного контроля производственных процессов на всех этапах жизненного цикла пищевых продуктов [13]. Цифровые двойники, представляя собой цифровую копию физического объекта (среды), обладают значительным потенциалом при решении задач в реальном времени, возникающих при производстве и поставках продуктов питания. Следует отметить, что благодаря применению технологии ЦД возможно визуализировать всю цепочку поставок, оценить риски, прогнозировать и избежать сбоев производственных операций [14–16]. Цифровой двойник цепочки поставок – это виртуальная копия, моделирующая всю логистическую цепь, которая работает на основе реальных данных, учитывающих местонахождение груза, количество товара на складах с учетом заказов клиентов и мощности предприятия [17, 18].

Предлагается интеграция ЦД с интернетом вещей для планирования, мониторинга, контроля и оптимизации цепочек поставок в режиме реального времени, что также позволит

минимизировать отходы и обеспечить качество и безопасность продуктов питания [19]. Подчёркивается важность цифровых двойников цепочек поставок для устойчивого управления спросом, запасами и производственными мощностями в сфере розничной торговли продуктами питания [20].

Актуальность данного направления подтверждается тем, что в последние годы наблюдается экспоненциальный рост числа научных публикаций, посвящённых цифровым двойникам [14–22], процесс интеграции которых в промышленность осложняется рядом факторов, обусловленных ранней стадией развития технологии, фрагментарностью и неполнотой исходных данных, а также отсутствием унифицированной терминологической и концептуальной базы [23].

Цель данной статьи – проанализировать существующие исследования, посвященные применению цифровых технологий в кондитерском производстве, рассмотреть концепцию, преимущества и проблемы, препятствующие их полноценному внедрению.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выступают процессы проектирования и художественного оформления кондитерских изделий, а также управление качеством и инновациями в кондитерском производстве. Предметом исследования являются цифровые двойники как инструмент моделирования, визуализации и оптимизации указанных процессов. Такой подход объединяет инженерные, информационные, дизайнерские и управленческие компетенции для инновационного развития кондитерского производства. Он требует понимания технологических аспектов создания продуктов, принципов дизайна и современных методов управления производственными процессами в пищевой промышленности. В качестве материалов для исследования использовались: современные программные платформы для создания цифровых двойников; международные информационные базы данных eLIBRARY.RU, ScienceDirect, Scopus, CyberLeninka, Web of Science и Springer; изображения кондитерской продукции; стандарты и нормативные документы, регламентирующие состав и качество кондитерских изделий. Для достижения поставленных задач применялись следующие методы: системный анализ и моделирование цифровых двойников в кондитерском производстве посредством создания виртуальных моделей пищевых продуктов с учётом их формы, текстуры, цвета и декоративных элементов с использованием специализированного ПО; интеграция технологических параметров (температура, влажность, время обработки) в цифровую модель для имитации реальных производственных процессов и эффективности цифрового прототипирования до физического изготовления изделий (продуктов).

Междисциплинарный характер настоящей статьи проявляется в интеграции знаний и методов из нескольких областей: пищевых и информационных технологий, системного инжиниринга и управления качеством.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно ГОСТ Р 57700.37-2021, цифровой двойник изделия (ЦД) – это система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с самим изделием (например, с пищевым продуктом) и с производственными процессами, а также с его составными частями (ингредиентами, компонентами). Для предприятий пищевой промышленности характерна невысокая скорость внедрения передовых цифровых технологий. Это объясняется спецификой отрасли: сложный химический состав и процессы; требования к качеству продукции; специализированное оборудование; особенности хранения, упаковки, транспортировки и реализации продукции. В действительности, пищевые предприятия могут значительно выиграть от достижений в области цифровизации, обеспечив эффективное, гибкое и прибыльное производство. Примеры применения цифровых двойников в пищевой промышленности пока немногочисленны, что требует дополнительных исследований для более глубокого понимания потенциала данной технологии и многогранной роли с разных точек зрения. Использование в отраслях пищевой промышленности цифровых двойников, которые представляют собой виртуальные модели реальных объектов (изделий, продуктов) или процессов позволяет анализировать, оптимизировать и прогнозировать

технологические процессы в пищевой промышленности, в частности, в кондитерском производстве (рис. 1).

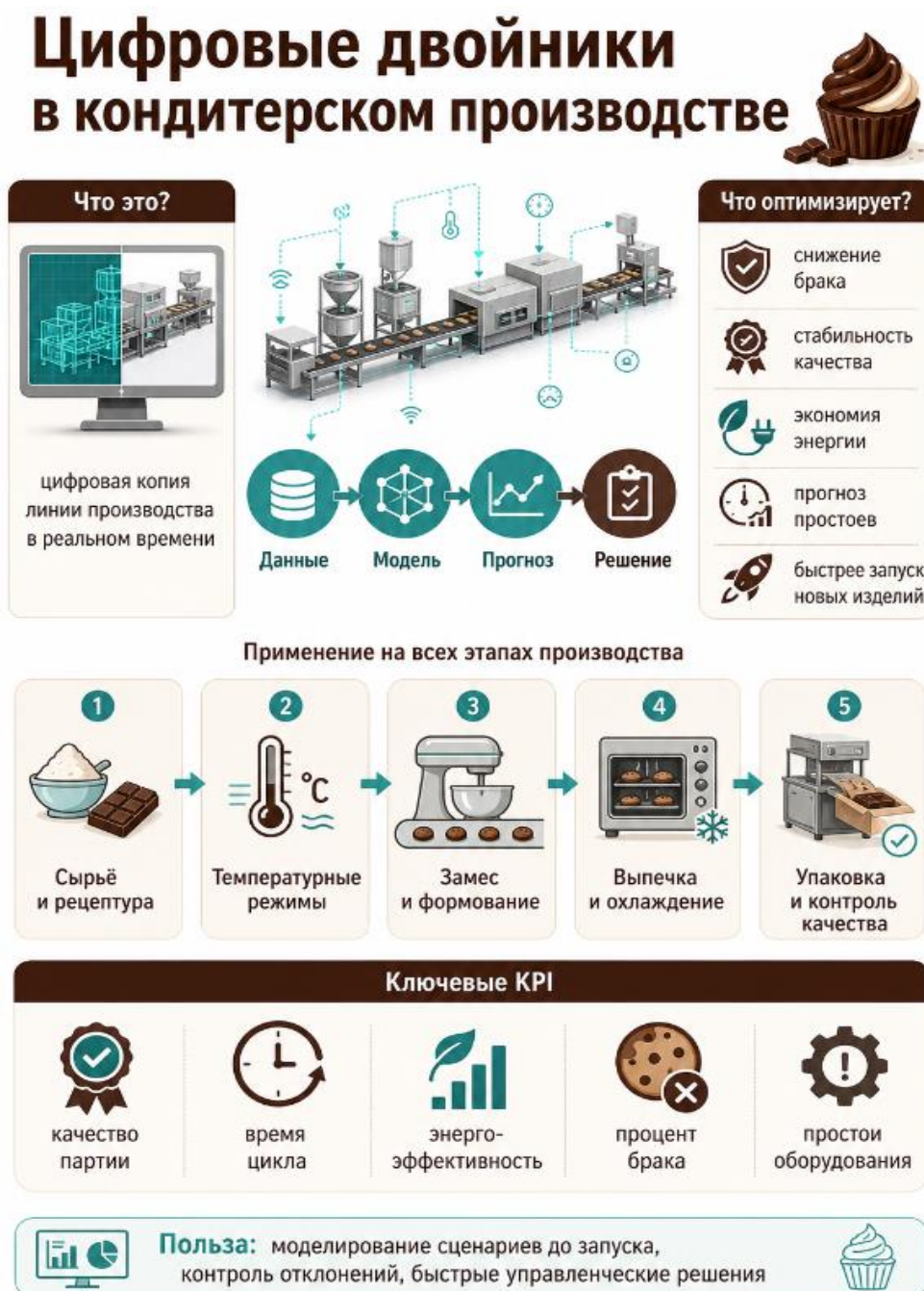


Рисунок 1 – Цифровые двойники в кондитерском производстве

Обобщая принципы и задачи применения ЦД в кондитерском производстве, можно перечислить следующие направления их использования:

- Моделирование рецептур и технологических процессов – это направление использования ЦД для проведения виртуальных экспериментов с целью оптимизации соотношений компонентов, температур, временных интервалов при разработке новых продуктов, минимизируя затраты на физические испытания.
- Оптимизация производственных линий – это направление построения виртуальных моделей для сравнения оптимальной и фактической производительности, выявления узких мест, снижать потери сырья и энергии.
- Анализ состояния оборудования – это направление использования ЦД для

эксплуатации технологического оборудования и управления его жизненным циклом (ремонт, замена, закупка...).

- Контроль качества продукции – это мониторинг и управление качеством на всех этапах от сырья до упаковки. Это помогает выявлять отклонения от стандартов и снижать процент брака.

- Прогнозирование результатов изменений – использование ЦД в качестве виртуальных датчиков для прогнозирования последствий дорогостоящих или сложных изменений в процессах производства

В качестве примера внедрения ЦД в производство кондитерских изделий можно привести КФ «Победа», применяя имитационное моделирование с учетом оптимальных вариантов состава и характеристик готовой продукции и эффективности использования технологического оборудования, компания создала ЦД шоколада «Президент».

Существует несколько подходов к классификации цифровых двойников применительно к кондитерскому производству: ЦД продукта (рецептуры); ЦД производственного оборудования и процесса. Для кондитерской отрасли, где вкусовая и визуальная привлекательность, а также уникальность дизайна играют ключевую роль в конкурентоспособности, применение ЦД открывает новые горизонты. Поэтому разработка и применение ЦД, интегрирующей сквозные технологии (системы компьютерного зрения, аддитивные и нейросетевые технологии), является перспективным и актуальным направлением. Традиционный процесс разработки нового кондитерского изделия и его художественного оформления требует многократного создания физических прототипов, что связано со значительными временными и материальными затратами. Цифровой двойник позволяет перенести большую часть этого процесса в виртуальную среду, обеспечивая возможность прогнозировать оценку качества и визуальной привлекательности еще до начала физического производства. Проведен анализ подходов и инструментов для создания ЦД, предназначенных для проектирования и художественного оформления кондитерских изделий, а также разработка концептуальной схемы их применения (рис. 2).

Инструменты моделирования для виртуального прототипирования кондитерских изделий



Рисунок 2 – Инструменты моделирования для виртуального прототипирования кондитерских изделий

Архитектура эффективного цифрового двойника (ЦД) кондитерского изделия базируется на

интеграции четырех фундаментальных компонентов: передовых технологий мирового уровня, методологии системного инжиниринга, декомпозиции многоуровневой матрицы требований и ресурсных ограничений, а также инструментария виртуальных испытаний (рис. 3). В части художественного оформления кондитерской продукции применяются CAD-системы для создания параметрических 3D-моделей, CAE-платформы для математического моделирования физико-химических и реологических процессов формования, структурообразования и теплообмена, а также аддитивные технологии для быстрого прототипирования сложных художественно-декоративных элементов. MBSE (модельно-ориентированный системный инжиниринг) как методология обеспечивает целостность процесса, контроль за верификацией и валидацией целевых показателей, что позволяет формализовать и структурировать весь жизненный цикл от генерации концепции дизайна до её технологической (физической) реализации. Таким образом, формируется единая цифровая платформа, позволяющая оптимизировать состав, свойства, структуру, дизайн и конструкцию изделия при полном соответствии установленным нормативным и ресурсным ограничениям.

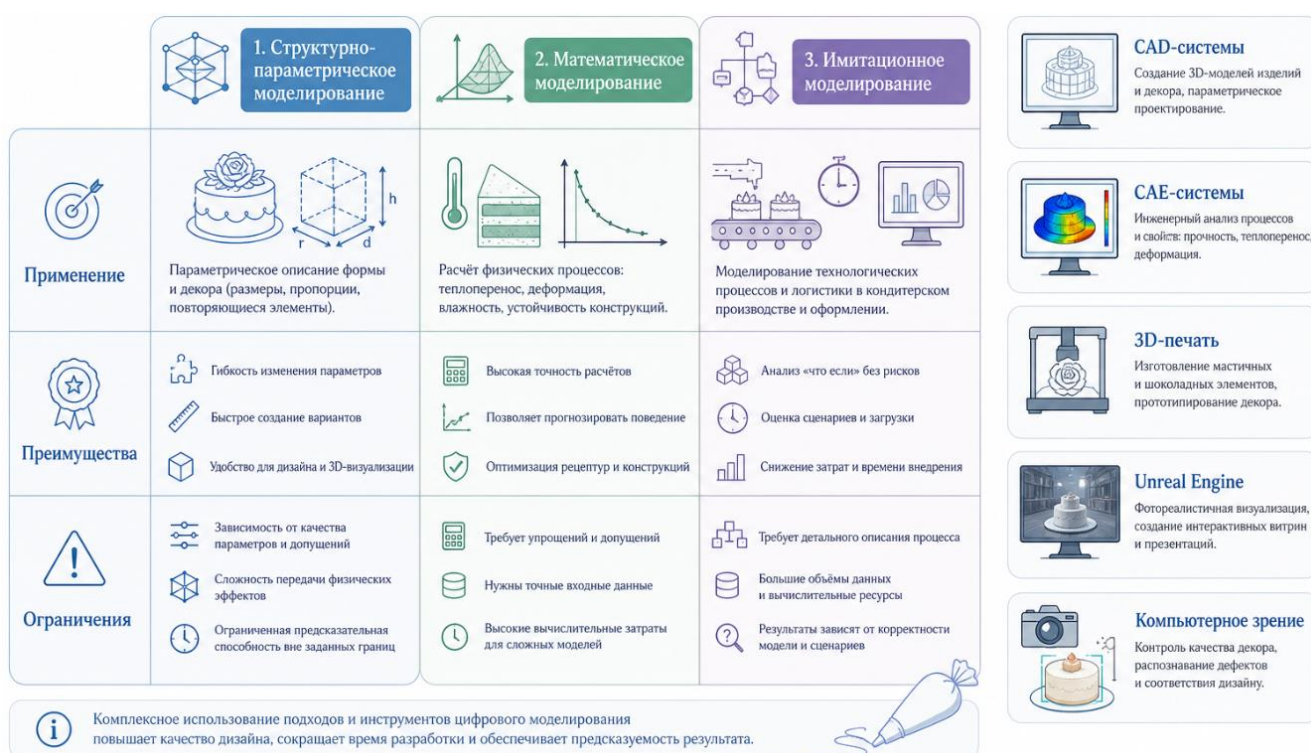


Рисунок 3 – Сравнение основных инструментов моделирования для задач художественного оформления кондитерских изделий

Важнейшим элементом является многоуровневая матрица требований и ресурсных ограничений. Для художественного оформления кондитерского изделия такая матрица может включать:

- эстетические требования: форма, цвет, текстура, соответствие бренду;
- технологические ограничения, обусловленные составом и свойствами сырья и компонентов: возможность формования из конкретных видов сырья (шоколад, сахарная глазурь), допустимые углы наклона, минимальная толщина элементов;
- экономические ограничения (стоимость сырья, время производства, сложность автоматизации).

Блок-схема:

1. Входные данные: техническое задание (дизайн-концепция), требования заказчика (бренд-айдентика), ресурсные ограничения (виды сырья, оборудование).
2. Процесс формирования матрицы: структурирование требований -> Выявление

противоречий (например, сложность дизайна в сравнении с технологичностью формования -> Формирование целевых показателей (точность детализации, время охлаждения, расход сырья).

3. Выход: иерархическая 3D-модель с привязкой к органолептическим и технологическим показателям.

На этапе проектирования и художественного оформления ключевым является выбор инструментов моделирования (см. рис. 3). Для создания высокдетализированной 3D-модели изделия с визуализацией его художественного оформления помимо перечисленных инструментов, необходимо использовать CAD-системы, способные работать со сложными поверхностями и текстурами, которые характерны для кондитерских изделий. Визуализация с использованием Unreal Engine позволяет оценивать, моделировать и прогнозировать органолептические свойства готового кондитерского изделия при различных условиях хранения, экспозиции и подачи потребителю, что критически важно для оценки его привлекательности на полке магазина.

Процесс создания цифрового двойника включает последовательные этапы (рис. 4):



Рисунок 4 – Этапы создания компьютерной модели художественного оформления кондитерского изделия

1. Инженер (дизайнер) – физическая постановка (форма, материал, технология нанесения).
2. Математическая модель – вычислительный алгоритм (CAD/CAE).
3. Цифровой двойник (3D-модель с симуляцией физических свойств) – анализ, визуализация, оценка.
4. Верификация – сравнение с лабораторными данными по органолептическим

характеристикам.

Для разработки и функционирования цифровых двойников используется универсальное или специализированное программное обеспечение. Например, CML-Bench – Российская цифровая платформа для разработки цифровых двойников изделий и производственных процессов, управления цифровым проектированием, математического моделирования и компьютерного инжиниринга – или AnyLogic – универсальная платформа для имитационного моделирования. Благодаря внедрению технологии цифровых двойников в производство кондитерских изделий происходит трансформация в «высокоточное и высокотехнологическое производство», которое способно создавать идеальные продукты с заданными характеристиками и минимальным воздействием на бюджет. Творчество кондитера при художественном оформлении кондитерских изделий с использованием цифровых двойников позволяет получать высокотехнологичные продукты (произведения), при создании которых клиент получает возможность участвовать в создании уникального дизайна в виртуальной среде до его физической реализации. Таким образом, непрерывно обновляясь за счет данных с датчиков в режиме реального времени, цифровые двойники (Digital Twins) целесообразно рассматривать в качестве динамических виртуальных копий физических процессов, оборудования, рецептов или целых производств. Цифровой двойник кондитерского изделия – это фронт, который прогнозирует состав (свойства) пищевого продукта, моделирует взаимосвязи объектов моделирования, а также рассматривает каждый элемент декора в общей системе художественного оформления продукта, что позволяет учитывать потребительские предпочтения.



Рисунок 5 – Цифровой двойник кондитерского изделия и валидация разработанных моделей

Валидация моделей цифровых двойников кондитерских изделий представляет собой

системный и комплексный процесс (рис. 5), который включает в себя: во-первых, верификацию модели – проверка функционирования математических алгоритмов и ПО в соответствии с математической моделью; во-вторых, валидацию модели готового продукта. В ходе данного этапа оценивается адекватность цифрового двойника кондитерскому изделию с учетом его физико-химических свойств, текстуры, технологической трансформации в процессе производства; в-третьих, проведение цифровых (виртуальных) испытаний, в рамках которых цифровая модель подвергается различным сценариям, возникающим на протяжении всего жизненного цикла; в-четвертых, сопоставления модельных и натурных экспериментов; в-пятых, проверка модели согласно техническим требованиям, указанным в нормативно-технических документах (или техническом задании).

Внедрение цифровых двойников при проектировании и художественном оформлении кондитерских изделий дает ряд преимуществ и перспектив (рис. 6):

- расширение линейки ассортимента с учетом потребительских предпочтений («цифрового двойника клиента»);
- повышение качества декорирования кондитерских изделий и художественного оформления упаковки с учетом технологической возможности предприятия, выбора оптимальных вариантов, позволяющих снизить издержки и себестоимость;
- визуализация и прототипирование без затрат на физическое производство – создавать фотореалистичные 3D-модели готовых изделий с нанесённым декором (айсинг, шоколадные фигуры, глазурь), оперативная оценка результата с учетом формы, цвета, текстуры и композиции, расхода ингредиентов и трудозатрат.

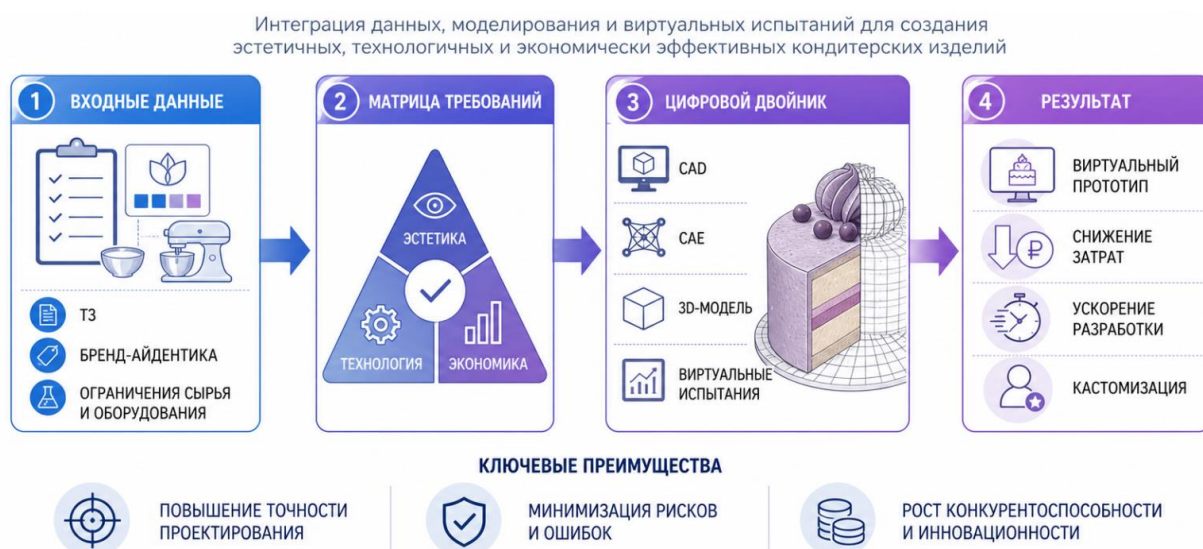


Рисунок 6 – Ключевые преимущества применения цифровых двойников при проектировании и художественном оформлении кондитерских изделий

Информация при изготовлении и испытании опытного образца, также анализируются и заносятся в базу данных ЦД, создавая научно-технический задел для будущих проектов. Цифровой двойник, таким образом, становится агрегатором всех знаний о проектировании и художественном оформлении, позволяя использовать лучшие решения в новых разработках. Несмотря на то, что цифровые двойники представляют собой перспективное направление для повышения эффективности кондитерского производства, их внедрение требует комплексного подхода и решения ряда технических, организационных и регуляторных задач. Сдерживающими факторами внедрения ЦД в кондитерское производство являются: недостаточное финансирование для закупки оборудования и программного обеспечения; дефицит квалифицированных специалистов из-за инерции в системе образования; коллизии и несовершенство в правовом регулировании; низкий уровень кибербезопасности при обработке, хранении и использовании больших объёмов данных.

Выводы

Цифровой двойник в кондитерском производстве – это современный инструмент, который позволяет виртуально смоделировать весь жизненный цикл готового продукта: от проектирования визуального образа и компонентного состава рецептуры до упаковки и поставки потребителю. Цифровые двойники используются в различных отраслях пищевой промышленности для снижения трудозатрат и издержек, а также повышения эффективности процессов за счет подбора оптимальных условий. Применение ЦД в кондитерском производстве практически не ограничено: проектирование состава и формы; разработка рецептуры и персонафикация изделий; моделирование и управление технологическими процессами и оборудованием; разработка дизайна с учетом потребительских предпочтений; управление качеством; адаптация логистические цепочки поставок для максимизации срока годности и сокращения потерь продуктов питания. Виртуальное представление определенного пищевого продукта позволяет моделировать, количественно оценивать и управлять физическими, химическими, биологическими и иными процессами. Цифровой двойник связан с реальным пищевым продуктом с помощью датчиков, предоставляющих данные о составе, свойствах и условиях технологических процессов производства, что позволяет проводить сбор, систематизацию и анализ данных о технологических процессах, составе продукта и качестве сырья. В данной статье рассматриваются проблемы разработки и использования в кондитерской промышленности цифровых двойников. Показаны перспективы внедрения цифровых двойников при проектировании, моделировании и производстве кондитерской продукции.

Список использованной литературы:

1. Hassoun A., Jagtap S., Trollman H., Garcia-Garcia G., Duong L. N. K., Saxena P., Bouzembrak Y., Treiblmaier H., Parra-López C., Carmona-Torres C., Dev K., Mhlanga D., Ait-Kaddour A. From Food Industry 4.0 to Food Industry 5.0: Identifying technological enablers and potential future applications in the food sector // *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2024. Vol. 23 (6). P. e370040.
2. Purlis E. Digital Twin Methodology in Food Processing: Basic Concepts and Applications // *Current nutrition reports*. 2024. Vol. 13 (4). P. 914–920.
3. Mehrabi Z. Sims-style 'digital twin' models can tell us if food systems will weather crises // *Nature*. 2023. Vol. 615 (7951). P. 189–193.
4. Koulouris A., Misailidis N., Pyotrides D. Applications of process and digital twin models for production simulation and scheduling in the manufacturing of food ingredients and products // *Food and Bioproducts Processing*. 2021. Vol. 126. P. 317–333.
5. Guruswamy S., Pojić M., Subramanian J., Mastilović J., Sarang S., Subbanagounder A., Stojanović G., Jeoti V. Toward Better Food Security Using Concepts from Industry 5.0 // *Sensors* (Basel, Switzerland). 2022. Vol. 22 (21). P. 8377.
6. Verboven P., Defraeye T., Datta A. K., Nicolai B. Digital twins of food process operations: the next step for food process models? // *Current Opinion in Food Science*. 2020. Vol. 35. P. 79–87.
7. Maheshwari P., Kamble S., Belhadi A., Mani V., Pundir A. Digital twin implementation for performance improvement in process industries – A case study of food processing company // *International Journal of Production Research*. 2023. Vol. 61 (23). P. 8343–8365.
8. Tancredi G. P. C., Bottani E., Vignali G. Digital twin-enabled process control in the food industry: proposal of a framework based on two case studies // *International Journal of Production Research*. 2024. Vol. 62 (12). P. 4331–4348.
9. Li J., Liu C., Chang K., Chen S., Jin Y. A review of digital twin applications for optimizing grain drying: Challenges and opportunities // *Drying Technology*. 2026. Vol. 44 (5). P. 555–566.
10. Sørensen H. M., Cunningham D., Balakrishnan R., Maye S., MacLeod G., Brabazon D., Loscher C., Freeland B. Steps toward a digital twin for functional food production with increased health benefits // *Current research in food science*. 2023. Vol. 7. P. 100593.
11. Schleich B., Anwer N., Mathieu L., Wartzack S. Shaping the digital twin for design and production engineering // *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 2017. Vol. 66. P. 141–144.

12. Tancredi G. P., Vignali G., Bottani E. Integration of Digital Twin, Machine-Learning and Industry 4.0 Tools for Anomaly Detection: An Application to a Food Plant // *Sensors* (Basel, Switzerland). 2022. Vol. 22 (11). P. 41–43.
13. Casino F., Kanakaris V., Dasaklis T. K., Moschuris S., Stachtiaris S., Pagoni M., Rachaniotis N. P. Blockchain-based Food Supply Chain Traceability: A Case Study in the Dairy Sector // *International Journal of Production Research*. 2021. Vol. 59 (19). P. 5758–5770.
14. Huang Y., Ghadge A., Yates N. Implementation of digital twins in the food supply chain: a review and conceptual framework // *International Journal of Production Research*. 2024. Vol. 62 (17). P. 6400–6426.
15. Henrichs E., Noack T., Pinzon Piedrahita A. M., Salem M. A., Stolz J., Krupitzer C. Can a Byte Improve Our Bite? An Analysis of Digital Twins in the Food Industry // *Sensors*. 2022. Vol. 22 (1). P. 115.
16. Corradini M. G., Homez-Jara A. K., Chen C. Virtualization and digital twins of the food supply chain for enhanced food safety // *Advances in food and nutrition research*. 2024. Vol. 111. P. 71–91.
17. Cavalcante I. M., Frazzon E. M., Forcellini F. A., Ivanov D. A Supervised Machine Learning Approach to Data-Driven Simulation of Resilient Supplier Selection in Digital Manufacturing // *International Journal of Information Management*. 2019. Vol. 49. P. 86–97.
18. Melesse T. Y., Di Pasquale V., Riemma S. Digital Twin Models in Industrial Operations: State-of-the-art and Future Research Directions // *IET Collaborative Intelligent Manufacturing*. 2021. Vol. 3 (1). P. 37–47.
19. Syed Mithun Ali, Md. Abdul Moktadir, Golam Kabir, Jewel Chakma, Md. Jalal Uddin Rumi, Md. Tawhidul Islam. Framework for evaluating risks in food supply chain: Implications in food wastage reduction // *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 228. P. 786–800. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.04.322.
20. Burgos D., Ivanov D. Food retail supply chain resilience and the COVID-19 pandemic: A digital twin-based impact analysis and improvement directions // *Transportation research. Part E, Logistics and transportation review*. 2021. Vol. 152. P. 102412.
21. Веселов М. В., Благовещенский В. Г., Благовещенская М.М. и др. Цифровые двойники в производстве пористого шоколада // *Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности: сборник научных докладов VI Международной конференции*. Курск: Университетская книга, 2025. С. 110–117.
22. Носенко А. С., Благовещенский В. Г., Благовещенский И. Г. и др. Место цифровых двойников в цифровизации кондитерской промышленности // *Роговские чтения: сборник докладов научно-практической конференции с международным участием*, Курск: Университетская книга, 2023. С. 368–374.
23. Kerrouchi S., Aghezzaf E. H., Cottyn J. Production digital twin: a systematic literature review of challenges // *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 2024. Vol. 37 (10-11). P. 1168–1193.

References:

1. Hassoun A., Jagtap S., Trollman H., Garcia-Garcia G., Duong L. N. K., Saxena P., Bouzembrak Y., Treiblmaier H., Parra-López C., Carmona-Torres C., Dev K., Mhlanga D., Aït-Kaddour A. From Food Industry 4.0 to Food Industry 5.0: Identifying technological enablers and potential future applications in the food sector. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 2024, vol. 23 (6), e370040. (In English).
2. Purlis E. Digital Twin Methodology in Food Processing: Basic Concepts and Applications. *Current nutrition reports*, 2024, vol. 13 (4), pp. 914–920. (In English).
3. Mehrabi Z. Sims-style 'digital twin' models can tell us if food systems will weather crises. *Nature*, 2023, vol. 615 (7951), pp. 189–193. (In English).
4. Koulouris A., Misailidis N., Pyotrides D. Applications of process and digital twin models for production simulation and scheduling in the manufacturing of food ingredients and products.

- Food and Bioproducts Processing*, 2021, vol. 126, pp. 317–333. (In English).
5. Guruswamy S., Pojić M., Subramanian J., Mastilović J., Sarang S., Subbanagounder A., Stojanović G., & Jeoti V. Toward Better Food Security Using Concepts from Industry 5.0. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 2022, vol. 22 (21), p. 8377. (In English).
 6. Verboven P., Defraeye T., Datta A. K., Nicolai B. Digital twins of food process operations: the next step for food process models? *Current Opinion in Food Science*, 2020, vol. 35, pp. 79–87. (In English).
 7. Maheshwari P., Kamble S., Belhadi A., Mani V., Pundir A. Digital twin implementation for performance improvement in process industries – A case study of food processing company. *International Journal of Production Research*, 2023, vol. 61 (23), pp. 8343–8365. (In English).
 8. Tancredi G. P. C., Bottani E., Vignali G. Digital twin-enabled process control in the food industry: proposal of a framework based on two case studies. *International Journal of Production Research*, 2024, vol. 62 (12), pp. 4331–4348. (In English).
 9. Li J., Liu C., Chang K., Chen S., Jin Y. A review of digital twin applications for optimizing grain drying: Challenges and opportunities. *Drying Technology*, 2026, vol. 44 (5), pp. 555–566. (In English).
 10. Sørensen H. M., Cunningham D., Balakrishnan R., Maye S., MacLeod G., Brabazon D., Loscher C., Freeland B. Steps toward a digital twin for functional food production with increased health benefits. *Current research in food science*, 2023, vol. 7, p. 100593. (In English).
 11. Schleich B., Anwer N., Mathieu L., Wartzack S. Shaping the digital twin for design and production engineering. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 2017, vol. 66, pp. 141–144. (In English).
 12. Tancredi G. P., Vignali G., Bottani E. Integration of Digital Twin, Machine-Learning and Industry 4.0 Tools for Anomaly Detection: An Application to a Food Plant. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 2022, vol. 22 (11), pp. 41–43. (In English).
 13. Casino F., Kanakaris V., Dasaklis T. K., Moschuris S., Stachtiaris S., Pagoni M., Rachaniotis N. P. Blockchain-based Food Supply Chain Traceability: A Case Study in the Dairy Sector. *International Journal of Production Research*, 2021, vol. 59 (19), pp. 5758–5770. (In English).
 14. Huang Y., Ghadge A., Yates N. Implementation of digital twins in the food supply chain: a review and conceptual framework. *International Journal of Production Research*, 2024, vol. 62 (17), pp. 6400–6426. (In English).
 15. Henrichs E., Noack T., Pinzon Piedrahita A. M., Salem M. A., Stolz J., Krupitzer C. Can a Byte Improve Our Bite? An Analysis of Digital Twins in the Food Industry. *Sensors*, 2022, vol. 22 (1), p. 115. (In English).
 16. Corradini M. G., Homez-Jara A. K., Chen C. Virtualization and digital twins of the food supply chain for enhanced food safety. *Advances in food and nutrition research*, 2024, vol. 111, pp. 71–91. (In English).
 17. Cavalcante I. M., Frazzon E. M., Forcellini F. A., Ivanov D. A Supervised Machine Learning Approach to Data-Driven Simulation of Resilient Supplier Selection in Digital Manufacturing. *International Journal of Information Management*, 2019, vol. 49, p. 86–97. (In English).
 18. Melesse T. Y., Di Pasquale V., Riemma S. Digital Twin Models in Industrial Operations: State-of-the-art and Future Research Directions. *IET Collaborative Intelligent Manufacturing*, 2021, vol. 3 (1), pp. 37–47. (In English).
 19. Syed Mithun Ali, Md. Abdul Moktadir, Golam Kabir, Jewel Chakma, Md. Jalal Uddin Rumi, Md. Tawhidul Islam. Framework for evaluating risks in food supply chain: Implications in food wastage reduction. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 228, pp. 786–800 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.322> (In English).
 20. Burgos D., Ivanov D. Food retail supply chain resilience and the COVID-19 pandemic: A digital twin-based impact analysis and improvement directions. *Transportation research. Part E, Logistics and transportation review*, 2021, vol. 152, p. 102412. (In English).
 21. Veselov M. V., Blagoveshchensky V. G., Blagoveshchenskaya M. M. et al. Cifrovyye dvojniki v proizvodstve poristogo shokolada [Digital Twins in the Production of Porous Chocolate]. *Sbornik nauchnykh dokladov 6 Mezhdunarodnoj konferencii «Fabrika budushhego: perexod k*

- peredovy`m cifrovy`m, intellektual`ny`m proizvodstvenny`m texnologiyam, robotizirovanny`m sistemam dlya otraslej pishhevoj promy`shlennosti»* [Collection of Scientific Papers from the 6th International Conference “Factory of the Future: Transition to Advanced Digital, Intelligent Manufacturing Technologies, and Robotic Systems for the Food Industry”]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2025, pp. 110–117. (In Russian).
22. Nosenko A. S., Blagoveshhenskij V. G., Blagoveshhenskij I. G. et al. Mesto cifrovy`x dvojnikov v cifrovizacii konditerskoj promy`shlennosti [The Role of Digital Twins in the Digitalization of the Confectionery Industry]. *Sbornik dokladov nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem «Rogovskie chteniya»* [Collection of Papers from the Scientific and Practical Conference with International Participation “Rogov Readings”]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2023, pp. 368–374. (In Russian).
23. Kerrouchi S., Aghezzaf E. H., Cottyn J. Production digital twin: a systematic literature review of challenges. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 2024, vol. 37 (10–11), pp. 1168–1193 (In English).

Сведения об авторах / Information about authors

Губарь Ольга Сергеевна	старший преподаватель кафедры инжиниринга технологического оборудования Калининградский государственный технический университет 236022, Калининград, Советский проспект, 1 gubaro39@mail.ru
Gubar Olga Sergeevna	Senior Lecturer of the Department of Engineering of Technological Equipment Kaliningrad State Technical University 236022, Kaliningrad, Sovetsky Prospekt, 1 gubaro39@mail.ru
Фролова Нина Анатольевна	д-р техн. наук, профессор кафедры инжиниринга технологического оборудования Калининградский государственный технический университет 236022, Калининград, Советский проспект, 1 nina.frolova@klgtu.ru
Frolova Nina Anatolievna	Dr. Sci. (Engin.), Professor of the Department of Engineering of Technological Equipment Kaliningrad State Technical University 236022, Kaliningrad, Sovetsky Prospekt, 1 nina.frolova@klgtu.ru
Верхотуров Василий Владимирович	д-р биол. наук, профессор института агроинженерии и пищевых систем Калининградский государственный технический университет 236022, Калининград, Советский проспект, 1 vasilij.verkhoturov@klgtu.ru
Verkhoturov Vasily Vladimirovich	Dr. Sci. (Biol.), Professor of the Institute of Agroengineering and Food Systems Kaliningrad State Technical University 236022, Kaliningrad, Sovetsky Prospekt, 1 vasilij.verkhoturov@klgtu.ru

УДК 621.771.23.09

Максимов А.Б.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТОЛСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТА С ГРАДИЕНТОМ ПРОЧНОСТИ ПО ТОЛЩИНЕ В УСЛОВИЯХ СЖАТИЯ

Аннотация. Рассмотрен вопрос внецентренного сжатия заготовки из стали 14Г2 с градиентом прочности по толщине. Показано, что в случае сжатия при приложении силы в упрочненной зоне сечения заготовки область сжатия составляет 81 %. Если сжимающая сила приложена в неупрочненной части сечения заготовки, то область сжатия составляет 68 %. Для горячекатаной стали с однородной структурой зона сжатия составляет при внецентренном сжатии 72 %. Предложена схема расчета определения нулевой линии и площади сжатой части сечения при внецентренном сжатии заготовок с градиентом прочности по толщине. Введено понятие о линии равнопрочности (от нулевой линии) при градиентном распределении твердости по сечению заготовки. Это линия определяется как нейтральная линия деформации при чистом изгибе. Предложена методика определения координаты от нулевой линии при внецентренном сжатии для образцов с градиентом прочности по толщине.

Ключевые слова: сталь 14Г2, ускоренное одностороннее охлаждение, градиент прочностных свойств по толщине заготовки, внецентренное сжатие.

Maksimov A.B.

INVESTIGATION OF THE STABILITY OF THICK-SHEET ROLLED PRODUCTS WITH A THICKNESS STRENGTH GRADIENT UNDER COMPRESSION CONDITIONS

Abstract. The issue of off-center compression of a 14Г2 steel billet with a thickness strength gradient is considered. It is shown that in the case of compression when force is applied in the hardened section zone of the workpiece, the compression area is 81%. If the compressive force is applied in the non-reinforced part of the workpiece section, then the compression area is 68%. For hot-rolled steel with a homogeneous structure, the compression zone is 72% with off-center compression. A calculation scheme is proposed for determining the zero line and the area of the compressed section during off-center compression of workpieces with a thickness strength gradient. The concept of a line of equal strength (zero line) with a gradient of hardness distribution over the section of the workpiece is introduced. This line is defined as a neutral strain line with a clean bend. The proposed method for determining the coordinate of the zero line in the center compression for samples with a strength gradient in thickness.

Keywords: steel 14G2, accelerated unilateral cooling, strength properties gradient over the thickness of the workpiece, off-center compression.

Введение. Постоянно возрастающие механические нагрузки на конструктивные элементы стальных сооружений требуют повышенные эксплуатационные свойства стали. В работах [1–3] при исследовании листовой стали марки А32 с градиентом прочности по толщине исследовались особенности механизма чистого упругопластического изгиба и его влияние на механические свойства. Отмечалось повышение прочности, пластичности и ударной вязкости до уровня термоулучшенного состояния; при этом себестоимость ниже, чем для проведения термоулучшения. Градиент механических свойств по толщине достигался односторонним ускоренным охлаждением от температуры аустенитизации до комнатной. Многие конструкции в строительстве – металлические колонны, подпоры, палубы крупнотоннажных судов и кораблей, прямоугольные емкости для хранения жидкостей и газов, испытывающие деформации сжатия или сжатия с изгибом, – должны обладать достаточной устойчивостью.

Для однородных по механическим свойствам материалов, в том числе сталям, вопросы

устойчивости при сжатии решены [4, 5]. Однако, для материалов с градиентом прочности по толщине литературных данных недостаточно для понимания их поведения при сжатии [6]. Поэтому в настоящей работе исследовано поведение листовой стали с градиентом прочности по толщине при испытании на устойчивость при упругом сжатии

Целью работы является изучение влияния упругого сжатия на устойчивость конструкции из толстолистовой с градиентом прочности по толщине.

Материалы и методы исследования

Для исследований была выбрана низколегированная марка стали 14Г2, используемая в строительстве, машиностроении, судостроении и других отраслях. От горячекатаных листов промышленного производства толщиной 14×10^{-3} м отрезали заготовки размером $14 \times 100 \times 500 \times 10^{-3}$ м. Заготовки термически обрабатывали с последующим ускоренным односторонним охлаждением [1]. При одностороннем ускоренном охлаждении ускоренно охлаждаемая поверхность от температуры 950 °С до 700 °С охлаждалась со скоростью (45–50) °С/с.

Устойчивость исследовали по методике [7] при испытании на центральное сжатие и внецентренное сжатие с эксцентриситетом 5×10^{-3} м, используя гидравлический пресс с максимальной нагрузкой 10^6 Н со специальными захватами. По диаграмме нагружения определяли критическую силу, при которой происходит потеря устойчивости образца. Критическое напряжение, при котором происходит потеря устойчивости, определяли по формуле [4]:

$$\sigma_{кр} = \frac{P_{кр}}{A}, \quad (1)$$

где $P_{кр}$ – критическая сила, при которой теряется устойчивость, Н;

A – площадь поперечного сечения образца, м²;

$\sigma_{кр}$ – критическое напряжение, при котором теряется устойчивость, Па.

Результаты исследования и их обсуждение

Исходя из экспериментальных данных, определим уравнение регрессии, связывающее изменение предела текучести по толщине заготовки:

$$\sigma_T = -0,147x^3 + 3,561x^2 - 0,942x + 398. \quad (2)$$

Так как при одностороннем ускоренном охлаждении предел текучести по толщине заготовки изменяется в соответствии корреляционным уравнением (4), то координату среднего значения предела текучести можно определить по формуле Ньютона о среднем значении [8]:

$$x_0 = \frac{1}{h} \int_0^h \sigma_T dx, \quad (3)$$

где x_0 – координата линии равнопрочности (среднего значения предела текучести), м;

h – толщина заготовки, м.

Подставляя в формулу (3) уравнение (2) и производя вычисления, получим, что координата среднего значения предела текучести составляет $8,2 \times 10^{-3}$ м. Тогда подставляя $x_0 = 8,2 \times 10^{-3}$ м в уравнение (4), получим, что среднее значение предела текучести составляет 528 МПа. Линия с координатой среднего значения прочности, вычисленная по формуле (3), называется линией равнопрочности сечения заготовки. При равномерном распределении прочности по сечению заготовки линия равнопрочности проходит через точку главных осей симметрии сечения. При градиенте прочности по толщине заготовки среднее значение прочности сдвигается в сторону более упрочненной части сечения [1–3].

Предел текучести горячекатаной стали 14Г2 составляет 350 МПа, по стандарту предел текучести должен быть не менее 335 МПа.

Таким образом, смещение координаты среднего значения предела текучести от середины толщины заготовки составляет $1,2 \times 10^{-3}$ м.

По Я.Б. Фридману и Н.Н. Давиденкову [9, 10] механические свойства металла зависят от напряженного состояния, которое определяется через коэффициент жесткости α , равный отношению наибольших касательных напряжений (t_{max}) к величине наибольших нормальных напряжений (S_{max}). При сжатии коэффициент жесткости равен 0,5, а при растяжении – 2. Чем больше коэффициент жесткости напряженного состояния, тем более «мягкая» схема нагружения. При сжатии упрочненной части сечения заготовки касательные напряжения (напряжения течения) в два раза больше нормальных напряжений, а при растяжении упрочненной части сечения заготовки касательные напряжения в два раза меньше нормальных. Поэтому если упрочненная часть заготовки сжимается под действием внешней силы, то критическое напряжение больше, чем при растяжении упрочненной части сечения.

Структура и механические свойства по толщине горячекатаного металла листа практически одинаковые. Сечение заготовки имеет прямоугольное сечение (рис. 1а). Тогда точка O является пересечения главных осей симметрии сечения x и y . Пусть при испытании на внецентренное сжатие (рис. 1б) внешняя сила P приложена к точке A сечения заготовки с координатой x_p . Линия, делящая сечение на две равнопрочные части, будет проходить по главной оси симметрии y . Перенесем приложенную силу в точку O пересечения главных осей симметрии и совпадающую с линией равнопрочности. В точке O силу обозначим через N , причем $P = N$. Поэтому добавим изгибающий момент $M_y = -Px_p$ относительно оси y . Так как точка приложения внешней силы находится на главной оси симметрии x , то изгибающий момент относительно этой оси отсутствует [4]. Заготовка будет находиться в сложном напряженном состоянии под действием сжатия силой P и чистого изгиба с моментом M_y относительно оси y . Тогда уравнение нулевой линии (на которой напряжения равны нулю), если точка приложения внешней силы x_p находится на главной оси x , имеет вид [4]:

$$1 + \frac{x_p}{i_y^2} x_0 = 0, \quad (4)$$

где i_y – главный радиус инерции сечения относительно оси y , равный $\frac{I_y}{A}$;

I_y – момент инерции сечения относительно оси y ;

A – площадь поперечного сечения заготовки;

x_0 – текущая координата нулевой линии.

Отсюда следует, что текущая координата нулевой линии равна:

$$x_0 = -\frac{i_y^2}{x_p}. \quad (5)$$

Так как в нашем случае прямоугольное сечение заготовки точка приложения внешней силы находится на оси x , то нулевая линия будет параллельна оси y и находиться по другую сторону оси y [4] (рис. 1б).

Пусть точка A приложения внешней силы P находится в упрочненной части сечения заготовки. Линия равнопрочности (линия ab , рис. 1в) проходит через точку сечения B , смещенную относительно пересечения главных осей симметрии (точки O) на расстояние Δx . Переносим эту силу в точку с координатой линии равнопрочности x_0 и вследствие этого добавляем чистый изгиб относительно оси y (рис. 1б). Так как точка приложения внешней силы находится на главной оси симметрии x , то изгибающий момент относительно этой оси отсутствует [4]. Поэтому заготовка находится в сложном напряженном состоянии: сжатие под действием внешней силы P и чистого изгиба вокруг оси $M_y = -P(x_p - \Delta x)$.

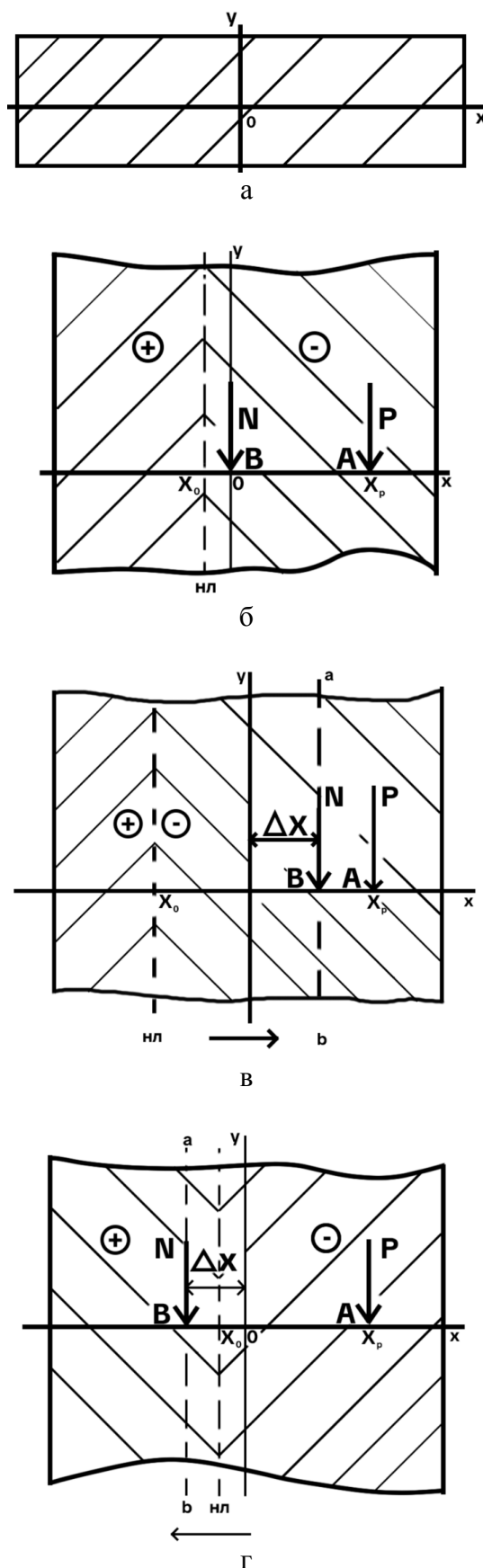


Рисунок 1 – Схемы формирования нулевых линий при внецентренном сжатии заготовки:
а – сечение заготовки, б – горячекатаная заготовка, в – внешняя сила приложена на упрочненной стороне, г – внешняя сила приложена на малоупрочненной стороне,
→ – направление градиента прочности по толщине заготовки, нл – нулевая линия

Из уравнения (3) следует, что координата нулевой линии, если внешняя сжимающая сила приложена к упрочненной части сечения x_y , будет равна:

$$x_y = -\frac{i_y^2}{x_p - \Delta x}. \quad (6)$$

В этом случае правая часть площади поперечного сечения заготовки относительно нулевой линии $x_{нл}$ находится в зоне сжатия (рис. 1в), другая, причем меньшая часть, находится в зоне растяжения.

Рассмотрим случай, когда внешняя сила сжатия P расположена в части сечения заготовки ближе к малоупрочненной поверхности в точке A (рис. 1г). Перенесем эту силу в точку с координатой линии равнопрочности x_0 и вследствие этого добавляем чистый изгиб относительно оси y с моментом $M_y = -P(x_p + \Delta x)$. Заготовка будет находиться в сложном напряженном состоянии: сжатие под действием внешней силы P и чистого изгиба вокруг оси y .

Тогда координата нулевой линии, если внешняя сжимающая сила приложена к малоупрочненной части сечения $x_{му}$, будет равна:

$$x_{му} = -\frac{i_y^2}{x_p + \Delta x}. \quad (7)$$

Знак минус в формулах (5), (6) и (7) свидетельствует о том, что координата нулевой линии имеет отрицательное значение. Во всех рассмотренных трех вариантах площадь сжатой части сечения больше растянутой части сечения. Анализ формул показывает, что наибольшую координату (по абсолютной величине) имеет нулевая линия, если внешняя сила сжатия приложена в области большего упрочнения. Именно в этом случае наибольшая площадь сечения заготовки подвергается деформации сжатия. Это свидетельствует о наибольшей устойчивости заготовки при внецентренном сжатии.

Необходимо отметить, что испытание на центральное сжатие образцов с градиентом прочности по толщине, когда внешняя приложенная сила совпадает с пересечением главных осей симметрии сечения является по существу внецентренным сжатием.

При смещении линии равнопрочности от точки пересечения главных осей симметрии сечения $\Delta x = 1,2 \times 10^{-3}$ м получим, что в горячекатаном состоянии нулевая линия лежит на расстоянии $3,2 \times 10^{-3}$ м от главной оси симметрии сечения y . При этом площадь сжатой части сечения заготовки составляет 72 %. Смещение нулевой линии, когда сила сжатия приложена в упрочненной части заготовки, составляет $4,3 \times 10^{-3}$ м от оси y , а площадь сжатой части составляет 81 %. В случае, если сила сжатия приложена в малоупрочненной части сечения заготовки, смещение нулевой линии от оси y составляет $2,6 \times 10^{-3}$ м и площадь сжатой части сечения – 68 %.

Выводы. Показано, что для заготовок с градиентом прочности по толщине в случае сжатия при приложении силы в упрочненной зоне сечения область сжатия составляет 81 %. Если сжимающая сила приложена в неупрочненной части сечения заготовки, то область сжатия составляет 68 %. Для горячекатаной стали с однородной структурой зона сжатия составляет при внецентренном сжатии 72 %. Предложен расчет координаты нулевой линии при внецентренном сжатии. Введено понятие линии равнопрочности сечения при градиенте прочности по толщине при внецентренном сжатии. Результаты работы могут быть применены для расчета листовых конструкций, работающих на внецентренное сжатие, а также для разработки более общей теории внецентренного растяжения и сжатия материалов с градиентом прочности по толщине.

Список использованной литературы:

1. Максимов А. Б., Ерохина И. С., Шевченко И. П. Толстолистовой прокат с изменяющимися механическими свойствами по толщине // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2019. Т. 62. № 8. С. 587–593.
2. Максимов А. Б., Ерохина И. С. Свойство толстолистового проката с градиентом прочности по толщине // Материаловедение. 2020. № 7. С. 15–20.
3. Maksimov A.B., Erochina I.S. Properties of Rolled Plate with Strength Gradient across Thickness // *Inorganic Materials: Applied Research*. 2021. Vol. 12. № 1. P. 172–176.
4. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов: учебник. М.: МГТУ им. Баумана, 2000. 592 с.
5. Вольмир А. С. Устойчивость упругих систем. М.: Физматгиз, 1963. 879 с.
6. Максимов А. Б. Продольный изгиб балки с градиентом прочности по толщине // Вестник Керченского морского технологического университета. 2026. № 1. С. 186–192.
7. Марковец М. П. Определение механических свойств металла по твердости. М.: Машиностроение, 1970. 191 с.
8. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 2. СПб.: Лань, 2018. 612 с.
9. Лавров А. В., Ерасов В. С., Ландик Д. Н. Об одном подходе к трактовке об объединенной теории прочности Я. Б. Фридмана // *Авиационные материалы и технологии*. 2017. № 2 (47). С. 87–94.
10. Фридман Я. Б. Механические свойства металлов. Ч. 1. Деформация и разрушение. М.: Машиностроение, 1974. 472 с.

References:

1. Maksimov A.B., Erokhina I.S., Shevchenko I.P. Tolstolistovoy prokat s izmenyayushchimisya mekhanicheskimi svoystvami po tolshchine [Thick-sheet rolled products with varying mechanical properties in thickness]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Chernaya metallurgiya* [News of higher educational institutions. Ferrous metallurgy], 2019, vol. 62, no. 8, pp. 587–593. (In Russian).
2. Maksimov A.B., Erokhina I.S. Svoystvo tolstolistovogo prokata s gradiyentom prochnosti po tolshchine [The property of thick-sheet rolled products with a strength gradient in thickness]. *Materialovedeniye* [Materials science], 2020, no. 7, pp. 15–20. (In Russian).
3. Maksimov A.B., Erochina I.S. Properties of Rolled Plate with Strength Gradient across Thickness. *Inorganic Materials: Applied Research*, 2021, vol. 12, no. 1, pp. 172–176. (In English).
4. Feodos'ev V.I. *Soprotivlenie materialov* [The resistance of materials]. Moscow, MGTU im. Bauman Publ., 2000, 592 p. (In Russian).
5. Vol'mir A.S. *Ustoichivost' uprugikh sistem* [Stability of elastic systems]. Moscow, Fizmatgiz Publ., 1963, 879 p. (In Russian).
6. Maksimov A.B. Prodolnyy izgib balki s gradiyentom prochnosti po tolshchine [Longitudinal bending of a beam with a strength gradient in thickness]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2026, no. 1, pp. 186–192. (In Russian).
7. Markovets M.P. *Opredeleeniye mekhanicheskikh svoystv metalla po tverdosti* [Determination of mechanical properties of metal by hardness]. Moscow, Mashinostroyeniye Publ., 1970, 191 p. (In Russian).
8. Fikhtengolts G.M. *Kurs differentsialnogo i integralnogo ischisleniya* [Course in differential and integral calculus]. Vol. 2. St. Petersburg, Lan' Publ., 2018, 612 p. (In Russian).
9. Lavrov A.V., Erasov V.S., Landik D.N. Ob odnom podkhode k traktovke ob obyedinennoy teorii prochnosti Ya.B. Fridmana [On one approach to the interpretation of the unified theory of strength by J.B. Friedman]. *Aviatsionnyye materialy i tekhnologii* [Aviation materials and technologies], 2017, no. 2 (47), pp. 87–94. (In Russian).
10. Fridman Ya.B. *Mekhanicheskiye svoystva metallov. Chast' 1. Deformatsiya i razrusheniye*

[Mechanical properties of metals. Vol. 1. Deformation and destruction]. Moscow, Mashinostroyeniye Publ., 1974, 472 p. (In Russian).

Сведения об авторе / Information about author

Максимов Александр Борисович	канд. техн. наук, доцент кафедры машин и аппаратов пищевых производств Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, КГМТУ, ул. Орджоникидзе, 82 aleksandrmks@yandex.ru
Maksimov Alexander Borisovich	Ph.D. (Engin), Associate Professor of the Department of machines and apparatus of food production Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 aleksandrmks@yandex.ru