ISSN 2619-0605

Вестник

Керченского государственного морского технологического университета

ВЫПУСК 1
2023

16+

Рецензируемый научный журнал «Вестник Керченского государственного морского технологического университета» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-78328 от 15.05.2020 г.
Журнал «Вестник КГМТУ» включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по научным специальностям (отраслям науки): 1.5.13 – Ихтиология (биологические науки) с 01.02.2022 г.; 1.5.15 – Экология (биологические науки) с 01.02.2022 г.; 4.3.3 – Пищевые системы (технические науки) с 27.04.2022 г.; 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика (экономические науки) с 21.02.2023 г.

Редакционный Совет журнала

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

Редакционная коллегия журнала

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

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

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

Издается по решению НТС ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», протокол № 3 от 28.03.2023 г.

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

Редакционная коллегия журнала

Биологические науки

Научная специальность 1.5.13 «Ихтиология», 1.5.15 «Экология»

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

Технические науки

Научная специальность 4.3.3 «Пищевые системы (технические науки)»

1. Алексанян Игорь Юрьевич – д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», профессор кафедры «Технологические машины и оборудование»
2. Антипов Сергей Тихонович – д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств

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

Научная специальность 05.08.05 «Судовые энергетические установки (главные и вспомогательные)»

1. Доровской Владимир Алексеевич – д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», профессор кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства
2. Емельянов Виталий Александрович – д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», профессор кафедры бизнес-информатики
3. Жуков Владимир Анатольевич – д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», заведующий кафедрой теории и конструкции судовых двигателей внутреннего сгорания
4. Каторин Юрий Федорович – д-р воен. наук, профессор ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», профессор кафедры комплексного обеспечения информационной безопасности
5. Нырков Анатолий Павлович – д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», профессор кафедры комплексного обеспечения информационной безопасности

6. Олейников Александр Михайлович – д-р техн. наук, профессор, ФГУП «13 Судоремонтный завод Черноморского флота» Министерства обороны РФ, руководитель группы по развитию и новым технологиям
7. Авдеев Борис Александрович – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства
8. Горбенко Александр Николаевич – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры судовых энергетических установок
9. Конюков Вячеслав Леонтьевич – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры судовых энергетических установок
10. Титов Иван Леонидович – канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства

Экономические науки

Научная специальность 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика»

1. Бутова Татьяна Георгиевна – д-р экон. наук, профессор, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», профессор кафедры международной и управленческой экономики
2. Гришкина Светлана Николаевна – д-р экон. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», профессор Департамента учета, анализа и аудита
3. Исраилов Магамед Вахаевич – д-р экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет» профессор кафедры менеджмента и государственного и муниципального управления
4. Котенев Александр Дмитриевич – д-р экон. наук, доцент, Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации (Ставропольский филиал), начальник кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин
5. Мнацаканян Альберт Гургенович – д-р экон. наук, профессор, Директор института отраслевой экономики и управления, заведующий кафедрой отраслевых и корпоративных финансов ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
6. Пискун Елена Ивановна – д-р экон. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», заведующий кафедрой туризма, сервиса и гостиничного бизнеса
7. Подсолонко Владимир Андреевич – д-р экон. наук, профессор, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», профессор кафедры государственного и муниципального управления Института экономики и управления (структурное подразделение)
8. Сметанко Александр Васильевич – д-р экон. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», заведующий кафедрой учета, анализа и аудита Института экономики и управления (структурное подразделение)
9. Труба Анатолий Сергеевич – д-р экон. наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», главный научный сотрудник, консультант по экономическим вопросам Управления перспективного развития
10. Яркина Наталья Николаевна – д-р экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», профессор кафедры экономики и гуманитарных дисциплин

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.
Научная специальность 1.5.13 «Ихтиология»

Кашутина И.А., Кашутин А.Н. МИГРАЦИЯ ГРУНТОВ МОРСКИХ ОСАДКОВ ЛИТОРАЛИ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА) ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЙ ВОД КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ МЕЖСЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПЛОЩАДЕЙ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS* 8

Кулиш А.В., Кибенко В.А., Туркулова В.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ БЕРЕГОВОГО КОМПЛЕКСА ИНДУСТРИАЛЬНОГО ТИПА ПО ТОВАРНОМУ ВЫРАЩИВАНИЮ ЦЕННЫХ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ (ОСЕТРОВЫХ, ЛОСОСЕВЫХ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОРСКОЙ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ 22

Научная специальность 1.5.15 «Экология»

Вынгра А.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ 34

Сытник Н.А. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАСПОЛОЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ 43

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
Научная специальность 05.08.05 «Судовые энергетические установки (главные и вспомогательные)»

Ивановская А.В. ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИВОДА СУДОВОГО ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ 65

Конюков В.Л. ОЦЕНКА ДИАПАЗОНА ДОПУСТИМЫХ НАГРУЗОК СУДОВОГО ЧЕТЫРЕХТАКТНОГО ДИЗЕЛЯ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВЫХ РАСЧЕТОВ 73

Турнеев В.Р., Богатырева Е.В. ГИДРОУДАР И КАВИТАЦИЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ БАЛЛАСТНЫХ ВОД 82

Titov I.L., Osipova M. A., Frolova S. N. THE CONTROLLING OF GAS DIESEL GENERATING SETS USING FUZZY CONTROLLER 89

Научная специальность 4.3.3 «Пищевые системы»

Овсянников В.Ю., Антипов С.Т., Панфилов В.А. КОНСТРУИРОВАНИЕ АППАРАТОВ БУДУЩЕГО ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ 98

Прокопенко И.А., Яшонков А.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ВЕТЧИННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ 111

Фоменко Е.В., Запорожец Е.Ю., Руденко М.Ф., Алексанян И.Ю., Андреева Е.В., Нугманов А.Х.-Х. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭКТОКАРПУСА 119

Klyuchnikov A. I., Fedorenko B. N., Antipov S. T., Panfilov V. A. FUNDAMENTAL CREATION CONCEPTS FOR FOOD TECHNOLOGIES BIOREACTORS CONSTRUCTIONS OF THE FUTURE 130

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ. Научная специальность 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика»

Ганиева А.К. АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММ ДИАГНОСТИКИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ ПЕРСОНАЛА 138

Евсюкова Т.Г. ПОДХОДЫ К ПОНИМАНИЮ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ 148

Кваско М.А. СОСТОЯНИЕ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 156

Котенев А.Д., Жикривецкая Ю.В., Крыжевская Н.Н. УРОВЕНЬ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА 165

Мнацаканян А.Г., Харин А.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ДОСТУПНОСТИ РЫБОПРОДУКТОВ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ: ЦЕНОВОЙ АСПЕКТ 173

Острик В.Ю., Сухомлин И.А. СТРАТЕГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В ОРГАНИЗАЦИЯХ 185

Плотникова В.В., Гармашова Е.П. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ РАСХОДОВ Г. СЕВАСТОПОЛЬ 193

Рысина В.А. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ 207

Скоробогатова В.В., Муковина Т.В. АРТ-МАРКЕТИНГ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ СТИМУЛИРОВАНИЯ СБЫТА ПРОДУКЦИИ АРТ-БИЗНЕСА 217

Яркина Н.Н. КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА 224

УДК 57.043+624.131.1 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.001**

Кашутина И.А., Кашутин А.Н.

МИГРАЦИЯ ГРУНТОВ МОРСКИХ ОСАДКОВ ЛИТОРАЛИ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА) ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЙ ВОД КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ МЕЖСЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПЛОЩАДЕЙ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS*

Аннотация. В статье представлены результаты переноса морских осадков и особенности их циркуляции под воздействием гидродинамических течений вод литоральной зоны Авачинской губы, которые являются одним из важных факторов межсезонных изменений площадей бурой водоросли *F. distichus* subsp. *evanescens*. В основу работы легли экспериментальные исследования, проводимые авторами в 2016-2022 гг. в двух районах губы, – бухта Сероглазка и бухта Завойко. Общая протяженность межсезонного исследования динамики осадконакопления в среднем и нижнем горизонтах литорали составила 11,25 км. В исследуемых бухтах морские берега имеют сложный калейдоскоп по гранулометрическому составу. Материал, собранный во время полевых работ, позволил выявить наиболее характерные черты отдельных участков литорали и определить их региональные и типологические особенности. Непригодными субстратами, протяженностью около 4,05 км, для распространения фукуса явились илы и песок с разным модулем крупности. Многократное переотложение обломочного материала на литорали хорошо просматривается на открытом побережье бухты Сероглазка, где очень отчетливо разграничены границы осадконакоплений: I – ил; II – аккумуляция грубозернистых песчано-гравийно-галечных наносов; III – прибрежная полоса крупнозернистого песка. На прибрежной полосе бухты Завойко отмечаются значительные перемещения песка, что способствует не только изменению береговой черты, но и отсутствию бурой водоросли *F. distichus.*

Ключевые слова: Авачинская губа, средний и нижний горизонты литорали, гидродинамическое воздействие, субстраты, перемещение грунтов, *Fucus distichus* subsp. *evanescens*.

Kashutin A.N., Kashutina I.A.

SOIL MIGRATION OF MARINE SEDIMENTS IN THE LITTORAL OF AVACHA BAY (SOUTH-EASTERN KAMCHATKA) UNDER THE INFLUENCE OF HYDRODYNAMIC WATER CURRENTS AS ONE OF THE FACTORS OF INTERSEASONAL CHANGES IN THE AREA OF BROWN ALGAE *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS*

Abstract. This article presents the results of the transfer of marine sediments and the features of their circulation, under the influence of hydrodynamic water currents in the littoral zone of Avacha Bay, which are one of the important factors of interseasonal changes in the area of the brown algae F. distichus subsp. evanescens. The work is based on experimental studies conducted by the authors in 2016-2022 in two areas of the bay – Seroglazka bay and Zavoyko bay. The total length of the off-season study of the dynamics of sedimentation in the middle and lower horizons of the littoral was 11.25 km. In the studied bays, the seashores have a complex kaleidoscope in terms of granulometric composition. The material collected during the field work made it possible to identify the most characteristic features of individual sections of the littoral and to determine their regional and typological features. Unsuitable substrates, with a length of about 4.05 km, for the spread of fucus, were silt and sand with different particle size modules. Multiple redeposition of clastic material in the littoral is clearly visible on the open coast of Seroglazka Bay, where the boundaries of sedimentation are very clearly demarcated: (I) – silt; (II) – accumulation of coarse-grained sand-gravel-pebble sediments; (III) – coastal strip of coarse-grained sand. Significant sand displacements

are noted on the coastal strip of Zavoyko Bay, which contributes not only to changes in the coastline, but also to the absence of F. distichus brown algae.
Keywords: Avacha Bay, middle and lower littoral horizons, hydrodynamic impact, substrates, soil movement, Fucus distichus subsp. evanescens.

Введение. Освоение Камчатки – одна из ярких страниц истории России. Одним из интереснейших пунктов восточного побережья Камчатки и наиболее важной с хозяйственной точки зрения является Авачинская губа, глубоко вдающаяся в полуостров и имеющая 15 миль в длину и 12 миль в ширину. Сообщение с Авачинским заливом осуществляется посредством узкого горла шириной около одной мили. В береговой зоне суша-море на протяжении геологического времени копились и укладывались под воздействием природных факторов в больших количествах субстраты с различными модулями крупности (далее – МК).

XX век стал веком великих разительных перемен – открытий, значительных и неожиданных для человечества изменений в экономике и окружающей среде. С освоением прибрежной зоны биоресурсы бухты стали испытывать не только многовековые гидродинамические нагрузки, но и все большее воздействие антропогенной деятельности человека, что привело к изменению береговой черты, перераспределению осадков, термическим различиям, физико-химическим характеристикам вод.

В настоящее время данные о степени сохранности биоресурсов в различных частях Авачинской губы свидетельствуют об очень высокой скорости исчезновения многих видов [1].

Среди водорослей прибрежной зоны литорали и верхней границы сублиторали, наибольшей деструкции, вплоть до полного исчезновения во многих районах губы, оказалась бурая водоросль *Fucus distichus* subsp. *evanescens*. Многолетние наблюдения за состоянием донной растительности губы [3] и зарослей фукуса [2] показали, что плотность его поселений, количественное распределение и размерно-возрастная структура его сообществ подвержены значительным сезонным и межгодовым колебаниям. В статье [3] было показано, что лед является одним из факторов уменьшения площадей покрытия фукуса. В некоторых бухтах губы по разным причинам этот вид водоросли исчез. Только на небольшом участке бух. Сероглазка он все еще остается доминирующим видом и обнаруживается на литорали и в сублиторали до глубины 1,8 м, на каменистом и скалистом грунтах, у полуприбойных и защищенных участков. Образует самостоятельные, но чаще смешанные с другими видами водорослей, покрытия. Его присутствие во флоре любого района обеспечивает высокий уровень биоразнообразия и биопродуктивности макробентоса [4, 5]. Из-за уникального химического состава фукус стал предметом медико-биологических, медицинских и фармакологических исследований у дальневосточных ученых [6, 7, 8].

Появившаяся жизнь в водной среде, сразу же столкнулась с проявлениями движения воды. При действии течений переменных направлений возникает перенос осадочного материала вдоль и поперек изобат береговой черты. Эти перемещения непосредственно влияют на жизнедеятельность биоты и растений. На побережье губы в последние десятилетия XX века большое значение приобрели антропогенные потоки, вызванные активной деятельностью человека, – отсыпка территорий под причалы, строительство инженерных сооружений, терминалов, складских помещений, сооружение сопутствующих коммуникаций, которое оказало большое влияние на процессы осадкообразования прибрежных зон бухты. Так, на сегодняшний день, около 11,5 км береговой черты Авачинской губы занимают причальные сооружения.

В изучаемом водоеме движение прибрежной воды преимущественно турбулентно, а его основная энергия сосредоточена в совокупности движущихся вихревых образований разных пространственных масштабов и времени существования, базирующаяся на синоптических и сезонных колебаниях.

Несмотря на ряд исследований, показывающих большое сходство механизма переноса

частиц осадков, в названных бухтах все же имеется определенная специфика процесса, связанная с возвратно-поступательным движением воды в волновом потоке, с процессом разрушения волн, с большим разнообразием породы течений на небольших глубинах.

Из всего многочисленного ряда вопросов, связанных с исследованием механизма переноса осадочного материала на литорали, мы остановимся на следующих: скорости начала переноса частиц различной крупности; видов движения осадочного материала; скорости движения осадков, скорости их осаждения. Указанные вопросы в разной степени освещены в работах советских и зарубежных авторов [9-13].

Большинство исследователей различают три вида движения частиц: движение взвесей со скоростью, равной скорости равной скорости потока, движение влечением со скоростью значительно меньшей, чем скорость потока, и движение сальтацией, в котором частицы периодически движутся со скоростью потока, а в промежутках находятся в покое или движутся влечением.

К сожалению, на сегодняшний день в научной литературе исследований оценки переноса морских осадков вод литоральной зоны Авачинской губы под воздействием гидродинамических течений, и их влияния на помесячные изменения площадей распространения столь важной во всех отношениях водоросли *F. distichus,* до настоящего времени никем не проводилось.

Цель исследования – показать перенос и влияние мелкозернистого материала и взвеси на межсезонные изменения площадей бурой водоросли *F. distichus* subsp. *evanescens* в бухтах Сероглазка и Завойко.

Материалы и методы исследования. Полевые работы на литоралях бухт Сероглазка и Завойко в весенне-осенний период проводили в 2016-2022 годах на регулярной основе, при этом особое внимание уделяли не только регистрации микропопуляций *Fucus distichus*, но и площади покрытий (рис. 1).

Рисунок 1 – Исследование грунтов литорали: 1 – бух. Сероглазка; 2 – бух. Завойко

Описанию методик при исследовании береговой черты морских водоемов посвящена специальная литература. При описании берегового уклона бух. Сероглазка и Завойко, прибрежных глубин использовали карту Авачинской бухты. Фотографирование осуществлялось фотоаппаратом COOLPIX.

Для измерения осредненного по времени значения скоростей течения прибрежных вод в различных точках поперечного сечения потока использовалась гидрометрическая модернизированная вертушка ГР-21м.

Известно, что распространение фукуса в зонах литорали зависит от субстрата. В

исследуемых бухтах морские берега имеют сложный калейдоскоп по гранулометрическому составу. Поэтому при описании субстратов литорали исследуемых бухт мы использовали классификатор морских осадков (табл. 1).

Таблица 1 – Классификация грунтов по гранулометрическому составу [14]

Грунт (морские осадки)	Модуль крупности фракций, мм	Размеры частиц, мм
Глыбы	1000	> 1000
Валуны: крупный, средний, мелкий	1000-500; 500-250; 250-100	100-1000
Галька: крупная, средняя, мелкая	100-5; 50-25; 25-10	10-100
Гравий: крупный, средний, мелкий	10-5; 5; 2,5; 2,5-1,0	1,0-10
Песок: крупный, средний, мелкий	1,0-0,5; 0,5-0,2; 0,2-0,1	1,0-0,5; 0,5-0,2; 0,2-0,1
Алевриты: крупные, мелкие	0,1-0,05; 0,1-0,01	0,1-0,05; 0,1-0,01
Алеврито-глинистые илы	0,01 (50-70%)	0,01-0,007
Глинистые илы	0,01 (>70%)	0,01-0,007

Физико-химические и механические испытания грунтов литорали бухт Сероглазка и Завойко были проведены в сертифицированной строительной лаборатории ООО «Русский двор».

Насыпную плотность, которая характеризует массу единицы объема грунтов (песок, щебень, гравий) в естественном состоянии (вместе с порами) определяли по формуле:

$$\rho_0 = m/v_0, \quad (1)$$

где ρ_0 – насыпная плотность, г/см^3;
m – масса материала, г;
v_0 – объем, см^3.

Абсолютную плотность (без учета пустот) находили по формуле:

$$\rho = m/v, \quad (2)$$

где ρ – абсолютная плотность, г/см^3;
m – масса материала, г;
v – объем, см^3.

Пористость грунта была вычислена по формуле:

$$\Pi = (\rho - \rho_0) \cdot \frac{100\%}{\rho}. \quad (3)$$

Результаты исследования и их обсуждение. Под гидрогенным типом переноса осадочного материала понимается перемещение твердого вещества под воздействием различных видов движения воды. В Авачинской губе главная роль в этом процессе отводится приливо-отливным течениям, ветровому волнению и речным стокам. Именно эти факторы контролируют гидродинамические процессы в прибрежной полосе и определяют характер циркуляции и аккумуляции осадочного материала.

В результате проведенных исследований получены первые представления об этом процессе в бухтах Сероглазка и Завойко. Однако, материала, полученного при натурных измерениях вдоль береговых течений по изобатам, из-за частых волнений немного. Особенно сложны в техническом отношении измерения скоростей течений в толще воды и придонном слое, среди хаотично разбросанных валунов. Если оценивать изученность течений по зонам, то наибольшее количество исследований приурочено к его верхней части, наименьшее – к

средней и нижней. Повторяемость сильных волнений в выше указанных бухтах приходится на весну и осень.

Материал, собранный во время полевых работ, позволил выявить наиболее характерные черты отдельных участков литорали и определить их региональные и типологические особенности.

Полученные результаты, а также наличие бурой водоросли *F. distichus* за весь период наблюдений в бухтах Сероглазка и Завойко представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Тип грунта и его протяженность в бух Сероглазка и Завойко (+ – присутствует)

№ п/п	Район	Тип грунта и его распространение (км)			Протяжённость района (км)	Наличие *F. distichus*
		1	2	3		
1	Бух. Сероглазка	0,03	0,003	6,2	6,23	+
2	Бух. завойко	0,03	4,02	0,97	5,02	+

Наиболее типичные грунты в литоральной зоне бухт Сероглазка и Завойко показаны на рисунке 2.

Рисунок 2 – Наиболее типичные грунты в литоральной зоне бухт Сероглазка и Завойко: 1 – пески, галька, щебень и вытянутые в среднем горизонте литорали валунно-глыбовые полосы; 2 – илы и песок с разным модулем крупности; 3 – песок, галечник и валуны с разной шероховатостью поверхности

Материал, накопленный при исследовании перераспределения грунтов литорали, позволил выявить, что пористость и шероховатость субстратов наиболее предпочтительна для прикрепления и дальнейшего роста фукуса. С увеличением же пористости на поверхности субстратов значительно возрастает процент оседания и сцепление зигот с естественным субстратом со стороны береговой черты (рис. 3).

Рисунок 3 – Прикрепление водорослей в трещинах скалистого субстрата – 1; произрастающий *Fucus distichus* со стороны берега – 2

Окатанный крупнозернистый (до 100 мм) или с другой формой субстрат литорали может обладать непрерывностью пространственной сетки по всей ширине и длине побережья, так как между ними имеется прослойка песка, с большим модулем крупности

($М_{кр}$) зерен. Такие зерна не имеют непосредственного контакта между собой, а только через прослойки мелкозернистого песка и ила (рис. 4). На таком субстрате из-за постоянного перемещения песка и гидродинамического воздействия на них, как правило, прикрепления зигот фукуса не происходит.

Рисунок 4 – До 100 мм окатанный крупнозернистый субстрат с прослойками песка с разным модулем крупности

Но не менее важным фактором при сизигийных отливах является долгое отсутствие влаги или, точнее, пленки водной среды на поверхности субстратов, где нет пор и других полостных дефектах пород. С другой стороны, в поверхностных порах субстратов, приливные волны способствуют более компактной укладке и уплотнению микроскопических частиц мелкозернистого песка (менее 0,14 мм) в трещинах субстратов. Практически в трещинах и углублениях (более 10-15 мм) отсутствует остаточное свободное пространство. При попытке зигот закрепиться к такому субстрату, в дальнейшем происходит их смывание.

Бухта Сероглазка вытянулась на 9 км вдоль северо-восточного берега Авачинской губы от мыса Сероглазка до полуострова Сигнальный, омывая литораль, сложенную из валунно-глыбовой россыпи, песчано-гравийной смеси и хаотично разбросанных одиночных валунов. В районе пос. Сероглазка береговую черту оккупировали причальные сооружения ОАО «Камчатнефтебаза» и рыбодобывающего колхоза имени В.И. Ленина. Далее, перпендикулярно береговой черте, выступает причальное сооружение ООО «Терминал Акрос». Замыкает парад причальных сооружений, вытянувшихся вдоль сопки Мишенная, судоремонтно-механический завод (СРМЗ). На расстоянии 450-500 м, в северном направлении от СРМЗ, где нет причальных коммуникаций, в нижнем и среднем горизонтах литорали, в соседстве с гидробионтами, между валунов, большие площади занимает фукус. Также он достигает высокого проективного покрытия на валунах, со стороны берега. Помесячные изменения площади распространения фукуса в районе побережья СРМЗ за 2016-2022 гг. представлены в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что с 2016 по 2020 гг. в районе СРМЗ с апреля по начало ноября площадь, занятая фукусом, постепенно возрастала. Осенние шторма ноября, напротив, активно перераспределяя субстрат литорали – мелкозернистую фракцию (гравийно-песчаные материалы), уменьшили площадь занятую фукусом. Скорость переноса осадочного материала на литорали бухты зависела от размера и плотности частиц, способа его движения и от скорости частиц. В нашем случае, для сдвига гальки размером 4-5 см требовалась скорость течения до 1,6 м/с. Примесь песчаных и алевритовых частиц в илах привела к потере илом сцепления и благоприятствовала размыву и переносу не только мелкозернистого песка, но и гравия. После зимы 2021 г. к началу нового вегетационного сезона, во время продолжительных штормов, большинство этих растений были замыты песком или смыты (рис. 5). Об этом свидетельствует резкое сокращение площади расселения фукуса в 2021-2022 гг. Таким образом, перераспределение морских осадков литорали бух. Сероглазка способствовало уменьшению наибольшей площади распределения фукуса в

декабре 2017 г. с 3048,0 м^2 до 519,1 м^2 к декабрю 2022 г.

Таблица 3 – Помесячные изменения площади распространения *Fucus distichus* в районе побережья бух. Сероглазка – Судоремонтный завод в 2016-2022 гг.

Год	Месяц								
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Помесячная площадь распространения *Fucus distichus* (м^2)									
2016	1078,1	1078,1	1203,3	1221,3	1221,3	2245,0	2301,0	2301,0	2214,2
2017	2056,0	2839,0	2839,0	3040,3	3040,3	3040,0	3048,0	3048,0	3048,0
2018	2021,3	2021,3	2134,12	2433,2	2433,2	2442,8	2501,2	2476,3	2476,1
2019	2235,6	2235,6	2301,3	2457,2	2458,2	2501,0	2982,2	2901,2	2896,3
2020	1786,4	1786,4	1889,7	1896,4	1912,7	1923,9	1223,9	1202,1	1167,8
2021	9138,3	9138,5	1132,6	1132,9	1274,8	1298,6	1298,5	1145,7	1013,2
2022	957,8	957,8	1011,3	1020,9	1126,4	1117,9	902,6	815,9	519,1

Скорость начала движения осадков имеет большой диапазон.

Рисунок 5 – Замытый после штормов *F. distichus* на литорали бух. Сероглазка гравийно-песчаной фракцией

Для оценки $M_{кр}$, в которых преобладают гравийно-песчаные материалы, нами были отобраны образцы по всей протяженности литорали бух. Сероглазка. По результатам исследований на процентное содержание по $M_{кр}$ зерен были получены результаты, сведенные в таблицу 4.

Таблица 4 – Гранулометрический состав гравия и песка песчано-гравийных смесей литорали бух. Сероглазка, %

Гравий, мм					Песок, мм					
> 70	80-40	40-20	20-10	10-5	5-2,5	2,5-1,25	1,25-0,63	0,63-0,315	0,315-0,14	< 0,14
6,3	25,2	36,5	21,8	9,9	5,3	13,2	25,7	27,2	23,2	5,4

Залежь песчано-гравийных смесей литорали бух. Сероглазка приурочена к морским отложениям. Состоит из 54 % гравия и 46 % песка.

Гравий среднезернистый, с преобладанием фракций 5-40 мм – 68,5 %. Сложен преимущественно андезитобазальтами и базальтами (70 %), конгломератами и песчанниками. Насыпная плотность гравия 1400 кг/м^3, плотность 2,7 г/см^3, водопоглощение 23-34%. Содержание лещадных зерен 2,8%, слабых пород – 2,3%.

Песок морской среднезернистый с $M_{кр}$ = 2,3, с преобладанием фракций 0,14-1,25 мм – 76,1 %. Насыпная плотностью 1341 кг/м^3, плотность 2,8 г/см^3, пустотность 49,9 %, содержание илистых частиц 1,8 %.

Песок и гравий, как правило, из-за размыва течениями мигрирует, заполняя пустоты и трещины скалистых грунтов. Так, с 2016 по 2022 гг. в бух. Сероглазка от причальных сооружений ОАО «Акрос» в юго-восточном направлении на расстоянии 650 м они остаются стабильными, а в сторону СРМЗ они увеличили свои границы на 150 м.

Многократное переотложение обломочного материала хорошо просматривается на литорали бух. Сероглазка. На рисунке 6 отчетливо разграничены границы осадконакоплений: I – ил; II – аккумуляция грубозернистых песчано-гравийно-галечных наносов; III – прибрежная полоса крупнозернистого песка.

Рисунок 6 – Границы разграничений процессов осадконакоплений в бух. Сероглазка: ил – (I); крупнозернистая песчано-гравийно галечная полоса – (II); крупнозернистый песок – (III)

Из рисунка 6 видно, что нижний горизонт литорали, в местах канализационных стоков, занимают илы, которые во время отсутствия волн, осаждаясь на поверхность субстратов, замывают трещины и шероховатости. Смыв илистых отложений осуществляется приливно-отливными течениями, которые распространены вдоль всего восточного побережья Авачинской губы. Наибольшие накопления илистого материала обнаруживаются от мыса Чавыча до причальных сооружений рыболовецкого колхоза имени. В.И. Ленина. Это объясняется тем, что в северной части бух. Сероглазка при встрече двух водных потоков происходит вращение водных масс по часовой стрелке. Для взмучивания и выноса частиц не только ила, но и песка, осевших на субстратах, необходима большая скорость воды, чем при оседании. Очевидно, что береговые вихри течений вносят существенное усложнение при распределении границ, не только ила, но и песка.

Из-за больших групп валунов, вытянувшихся на 310 м вдоль нижнего горизонта литорали, установить точные причины столь большого переноса песка оказалось невозможным, так как гидродинамический режим на этом участке своеобразен и определить скорость течений существующими методами невозможно. С мористой стороны волны, разбиваясь о валуны, обтекая их, образуют сложные турбулентные завихрения, захватывая массы песчаного материала и концентрируя его в зонах затухания движения водных масс, расстилают его до верхних границ литорали.

В удалении, от горла губы, вглубь полуострова Завойко, распространяет свои воды одноименная бух. Завойко. Она представляет собой в восточном направлении песчаную косу площадью до 2 км^2 с отложением песка морского происхождения. Наиболее протяженные участки бухты, полностью открыты и соединяются с горлом губы, которая соединяется с Авачинским заливом.

Полный количественный учет баланса морских субстратов такой сложной системы, какую представляют процессы осадкообразования литорали бухты Завойко, вряд ли возможен. Хотя именно такой учет позволил бы уверенно говорить о влиянии на осадкообразование не только гидродинамических, но и различных внешних факторов.

На наш взгляд более существенное влияние на изменение площадей субстратов и

распространение фукуса оказывает массовый перенос мелкозернистого материала – песка.

Мощность залежи песка береговой черты превышает 8 м, с глубины 0,8 м залежь обводнена, а уровень грунтовых вод зависит от приливо-отливных явлений в Авачинской губе.

Как известно, песок – продукт разрушения монолитных горных пород. Естественно, что условия разрушения и исходные качества горных пород обуславливают различие в качестве песков.

При подходе волн к мелководью, в зависимости от рельефа береговой линии, волноприливного поля, возникают реверсивные и почти постоянно действующие во времени приливо-отливные течения. Все эти скорости намного превышают не только транспортирующие способности течений, но и скорости их трогания. Именно такие волны переносят, перемешивают и переукладывают обломочные материалы, создавая особую мозаику побережий. Геодинамически принадлежность их к прибрежной полосе отражается на особенностях морфолитогенеза. Так, в своих исследованиях 1962 г. В.П. Зенкевич отмечает, что при скорости 150 см/с в движение могут приходить частицы диаметром до 50 мм.

В нашем случае, кроме взвешенного материала – песка, приливно-отливные течения горла губы переносят влечением, качением, сальтацией и более крупный зернистый материал, с $М_{кр}$ до 100 мм, на которых произрастает фукус. Эта закономерность хорошо прослеживается вдоль береговой черты от мыса Вилкова до мыса Маячный.

При постоянных переносах в зону литорали поступает хорошо отсортированные наносы – преимущественно мелкозернистый песок. Однако, юго-восточные шторма вносят некоторые корректировки в этот процесс, создавая тенденцию к вдольбереговому перемещению наносов к северо-востоку, примерно до мыса Восточный. Несмотря на перемещение наносов, большая часть литорали бухт покрыта песчаными отложениями с модулем крупности 0,315-0,14 мм, при этом отливные течения плотно укладывают и выравнивают песок с разным $М_{кр}$ (рис. 7.1). Как правило, подстилающим слоем для крупных отложений является песок, который в осенний период, во время штормов, частично их замывает (рис. 7.2).

Рисунок 7 – Сглаженная поверхность крупных зерен песка на открытом побережье бух. Завойко – 1; крупные отложения галечника и гравия – 2

Зерна размером не крупнее 0,63 мм в силу того, что они систематически могут находиться во взвешенном состоянии, имеют угловатость – ребристость.

Глубина залеганий песка на мысе Восточный может составлять от 0,4 до 0,65 м, Малой Лагерной – до 0,8 м, Большой Лагерной – до 1,1 м. Суммарный запас песка определяется в 3,4 млн $м^3$. Гранулометрический состав песка в районах исследований приведен в таблице 5.

В естественной смеси содержится около 15 % гравелистых частиц. Песок полимиктовый, состоит из зерен кварца, полевого шпата, авгита, магнетита, составляющих 85 %. Насыпная плотность песка 1260 кг/$м^3$, плотность 2,36 г/$см^3$, пористость 46,7 %, пустотность 38,8 %.

Вместе с тем значительную часть нижнего горизонта литорали от Малой Лагерной до Большой Лагерной «оккупировал» гравий.

Таблица 5 – Гранулометрический состав песка в бух. Завойко (%)

Район исследований	Размер фракций, мм					
	5-2,5	2,5-1,25	1,25-0,63	0,63-0,315	0,315-0,14	< 0,14
Перешеек Завойко	0,12	0,99	3,6	22,99	66,3	6,0
Мыс Восточный	0,2	0,63	7,6	20,4	64,2	7,0
Малая Лагерная	0,3	1,2	2,4	17,5	72,6	6,0
Большая Лагерная	0,15	1,3	1,95	27,9	63,5	5,21

Гравий – обломки горных пород различной формы и степени окатанности. На прибрежной полосе бухты Завойко отмечается значительное колебание зернового состава гравия. Так, после отсева песка зерновой состав гравия колебался для разных фракций в следующем интервале числовых значений: для фракций более 80 мм – от 2 до 3,5 %; для 40-80 мм – от 25 до 31 %; для 25-40 мм – от 32 до 43 %; для 5-25 мм – от 19 до 22 %. Плотность указанных проб гравия составляет 2,63, объема пустот 37,6 %.

Крупно-обломочный материал и осыпи имеют незначительное покрытие относительно общей площади прибрежной полосы и занимают около 0,02 %.

Грунты побережья бух. Завойко от перешейка Завойко до мыс Маячный представлены на рисунке 8.

Из рисунка 8 видно, что побережье бухты практически представлено всеми видами грунтов.

В бух. Завойко флуктуация площадей дна в литоральной зоне шельфа, в пределах которой встречались его представители, была иной (табл. 6).

Таблица 6 – Помесячные изменения площади распространения *Fucus distichus* в районе побережья бух. Завойко в 2016-2022 гг.

Год	Месяц								
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Помесячная площадь распространения *Fucus distichus* (м^2)									
2016	53,2	53,2	157,3	176,9	194,8	194,8	125,1	103,1	68,8
2017	52,1	54,4	54,4	53,5	54,2	55,1	55,1	43,4	34,2
2018	0,0	0,0	0,02	1,1	2,1	2,1	3,1	2,1	0,5
2019	3,1	4,0	4,2	4,9	5,5	5,5	4,2	2,0	1,2
2020	0,3	0,3	0,5	0,7	3,7	3,8	2,3	1,1	0,4
2021	0,2	0,2	0,4	0,8	2,3	2,9	2,1	1,2	0,5
2022	0,3	0,3	1,23	1,96	2,1	1,79	0,98	0,2	0,12

Из таблицы 6 видно, что в 2016 г. с апреля по август в бух. Завойко, площадь, на которой встречались хотя бы единичные растения *F. distichus* за счет появления молодых проростков, увеличилась с 53,2 до 194,8 м^2. С наступлением штормов произошла гибель молодых проростков, она сократилась до 68,8 м^2. С апреля по декабрь 2017 г. до ноября площадь покрытия имела отклонения до 3,0 м^2. Запоздалые осенние шторма уменьшили его поселение до 34 м^2. Представленные данные исследований за период 2018-2022 гг. свидетельствуют о повсеместном последовательном сокращении площадей дна, занятых фукусом. Это, в свою очередь говорит о продолжающейся в Авачинской губе деструкции макрофитобентоса.

Выводы. На основе изложенного нами выше материала, можно сформулировать наиболее характерные выводы:

– с уменьшение объема прибрежных вод во время отлива в бух. Сероглазка, взвесь захватывается потоками водных масс, имеющих вращение по часовой стрелке, и, концентрируясь в центре завихрения, ожидает очередного прилива, чтобы устремиться в прибрежную зону и осесть на донных субстратах;

Рисунок 8 – Грунты побережья бух. Завойко: скалистое дно, выход пород, с выходом пород – 1; гравийно-скалистое дно с валунами диаметром до 50 см – 2; Одиночные валуны диаметром более 1 м – 3; сплошное скалистое дно с трещинами до15 мм – 4; осыпи обломочного материала – 5; валуны, замытые песком – 6; крупный галечник, крупные и мелкие пески, ил – 7; мелкий галечник, крупные и мелкие пески – 8; крупнозернистый песок – 9

– основное поступление илистого и мелкозернистого материала в прибрежные воды бухт Сероглазка и Завойко осуществляется от суммарного стока вод рр. Паратунка и Авача, а также 47 канализационных стоков;

– илы и пески на литорали бухт Сероглазка и Завойко играют большую роль не только в формировании прибрежной полосы, но и принимают самое активное участие в распределении бурой водоросли – *F. distichus*;

– при рассмотрении мелкого заполнителя отмечалось колебание в содержании песка, гравия, гальки и булыги по всему побережью бухты. Однако для одного и того же песка и гравия изменение зерновых составов вызывает исключительно большое различие в объемной в объемной массе (от 1730 до 2500 г/см^3) и объеме пустот в их смеси – от 16 до 26 %;

– в бух. Завойко по своему составу на литорали около 66,7 % преобладает песок, фракции гравия 25-40 мм составляют от 32 до 43 %.

Список использованной литературы:

1. *Клочкова Н.Г., Березовская В.А.* Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. Владивосток: Дальнаука, 2001. 208 с.
2. *Чмыхалова В.Б.* Развитие бурой водоросли Fucus evanescens Ag. в прикамчатских водах: автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.08.18 / Виктория Борисовна Чмыхалова. Петропавловск-Камчатский, 2005. 25 с.
3. *Кашутин А.Н., Климова А.В., Клочкова Т.А.* Воздействие ледового покрова на межгодовые изменения состояния литоральных зарослей бурой водоросли Fucus distichus subsp. evanescens в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Вестник КамчатГТУ. 2018. № 44. С. 88-99.
4. *Трямкина Е.А., Бородина В.В.* Экологические проблемы Авачинской бухты // Успехи современного естествознания. 2014. № 8. С. 79-80.
5. *Лопатина Н.А., Климова А.В., Клочкова Н.Г.* Современный видовой состав массовых представителей макрофитобентоса Авачинской губы и его сезонные изменения // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. С. 142-147.
6. *Беседнова Н.Н., Крыжановский С.П., Кузнецова Т.А., Смолина Т.П., Макаренкова И.Д., Маляренко О.С., Ермакова С.П., Запорожец Т.С.* Антивирусное действие и патогенетические мишени сульфатированных полисахаридов морских водорослей при гриппозной инфекции // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2018. Т. 75. С. 5-19.
7. *Кузнецова Т.А., Запорожец Т.С., Макаренкова И.Д., Тимченко Н.Ф., Беседнова Н.Н., Звягинцева Т.Н., Шевченко Н.М., Мандракова Н.В., Мельников В.Г.* Пребиотический потенциал полисахаридов из бурой водоросли Fucus evanescens и значение для клинического использования // Тихоокеанский медицинский журнал. 2012. № 1. С. 37-40.
8. *Перервенко О.В., Меджидова Х.М., Кашутин А.Н.* Адаптивные изменения в работе иммунной системы у жителей Камчатки и изучение возможности иммунокоррекции с использованием морской бурой водоросли Fucus distichus // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы X Всероссийской научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский, 2019. С. 54-58.
9. *Гончаров В.Н.* Основы динамики русловых потоков. Л.: Гидрометоиздат, 1954. 452 с.
10. *Лонгинов В.В.* Динамика береговой зоны бесприливных морей. М.: АН СССР, 1963. 379 с.
11. *Волков П.А.* Исследование процессов взаимодействия волнового потока с дном // Экспериментальные и теоретические исследования процессов береговой линии. М., 1965. С. 3-94.
12. *Айбулатов Н.А.* Исследования вдольберегового перемещения песчаных наносов в море. М.: Наука, 1966. С. 159-160.
13. *Гришин Н.Н.* Механика придонных наносов. М.: Наука, 1982. 159 с.
14. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. М.: Стандартинформ, 2013. 38 с.

References:

1. Klochkova N.G., Berezovskaya V.A. *Makrofitobentos Avachinskoy guby i yego antropogennaya destruktsiya* [Macrophytobenthos of the Avacha Bay and its anthropogenic destruction]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2001, 208 p. (In Russian).
2. Chmykhalova V.B. *Razvitiye buroy vodorosli Fucus evanescens Ag. v prikamchatskikh vodakh. Avtoref. diss. … kand. biol. nauk* [Development of the brown alga Fucus evanescens Ag. in the Kamchatka waters. Cand. biol. sci. diss. abstr.]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2005, 25 p. (In Russian).
3. Kashutin A.N., Klimova A.V., Klochkova T.A. Vozdeystviye ledovogo pokrova na

mezhgodovyye izmeneniya sostoyaniya litoral'nykh zarosley buroy vodorosli Fucus distichus subsp. evanescens v Avachinskoy gube (yugo-vostochnaya Kamchatka) [The impact of ice cover on interannual changes in the state of littoral thickets of the brown algae Fucus distichus subsp. evanescens in Avacha Bay (southeastern Kamchatka)]. *Vestnik KamchatGTU* [Bulletin of KamchatGTU], 2018, no. 44, pp. 88-99. (In Russian).

4. Tryamkina E.A., Borodina V.V. Ekologicheskiye problemy Avachinskoy bukhty [Ecological problems of the Avacha Bay]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Successes of Modern Natural Sciences], 2014, no. 8, pp. 79-80. (In Russian).
5. Lopatina N.A., Klimova A.V., Klochkova N.G. Sovremennyy vidovoy sostav massovykh predstaviteley makrofitobentosa Avachinskoy guby i yego sezonnyye izmeneniya [Modern species composition of mass representatives of macrophytobenthos of Avacha Bay and its seasonal changes]. *Materialy 7 Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Prirodnyye resursy, ikh sovremennoye sostoyaniye, okhrana, promyslovoye i tekhnicheskoye ispol'zovaniye»* [Materials of the 7th All-Russian Scientific and Practical Conference «Natural Resources, Their Current State, Protection, Commercial and Technical Use», Petropavlovsk-Kamchatsky, KamchatGTU Publ., 2017, pp. 142-147. (In Russian).
6. Besednova N.N., Kryzhanovsky S.P., Kuznetsova T.A., Smolina T.P., Makarenkova I.D., Malyarenko O.S., Ermakova S.P., Zaporozhets T.S. Antivirusnoye deystviye i patogeneticheskiye misheni sul'fatirovannykh polisakharidov morskikh vodorosley pri grippoznoy infektsii [Antiviral action and pathogenetic targets of sulfated polysaccharides of seaweed in influenza infection]. *Zdorov'ye. Meditsinskaya ekologiya. Nauka* [Health. Medical Ecology. The Science], 2018, vol. 75, pp. 5-19. (In Russian).
7. Kuznetsova T.A., Zaporozhets T.S., Makarenkova I.D., Timchenko N.F., Besednova N.N., Zvyagintseva T.N., Shevchenko N.M., Mandrakova N.V., Melnikov V.G. Prebioticheskiy potentsial polisakharidov iz buroy vodorosli Fucus evanescens i znacheniye dlya klinicheskogo ispol'zovaniya [Prebiotic potential of polysaccharides from the brown alga Fucus evanescens and implications for clinical use]. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal* [Pacific Medical Journal], 2012, no. 1, pp. 37-40. (In Russian).
8. Pervervenko O.V., Medzhidova Kh.M., Kashutin A.N. Adaptivnyye izmeneniya v rabote immunnoy sistemy u zhiteley Kamchatki i izucheniye vozmozhnosti immunokorrektsii s ispol'zovaniyem morskoy buroy vodorosli Fucus distichus [Adaptive changes in the work of the immune system in the inhabitants of Kamchatka and the study of the possibility of immunocorrection using the marine brown algae Fucus distichus]. *Materialy 10 Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Prirodnyye resursy, ikh sovremennoye sostoyaniye, okhrana, promyslovoye i tekhnicheskoye ispol'zovaniye»* [Proceedings of the 10th All-Russian Scientific and Practical Conference “Natural Resources, Their Current State, Protection, Commercial and Technical Use”]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2019. pp. 54-58. (In Russian).
9. Goncharov V.N. *Osnovy dinamiki ruslovykh potokov* [Fundamentals of channel flow dynamics]. Leningrad, Gidrometoizdat Publ., 1954, 452 p. (In Russian).
10. Longinov V.V. *Dinamika beregovoy zony besprilivnykh morey* [Dynamics of the coastal zone of tidal seas]. Moscow, Academy of Sciences of the USSR Publ., 1963, 379 p. (In Russian).
11. Volkov P.A. Issledovaniye protsessov vzaimodeystviya volnovogo potoka s dnom [Study of the processes of interaction of the wave flow with the bottom]. *Eksperimental'nyye i teoreticheskiye issledovaniya protsessov beregovoy linii* [Experimental and Theoretical Studies of Coastline Processes]. Moscow, 1965, pp. 3-94. (In Russian).
12. Aibulatov N.A. *Issledovaniya vdol'beregovogo peremeshcheniya peschanykh nanosov v more* [Studies of the alongshore movement of sand deposits in the sea]. Moscow, Nauka Publ., 1966, pp. 159-160. (In Russian).
13. Grishin N.N. *Mekhanika pridonnykh nanosov* [Mechanics of bottom sediments]. Moscow, Nauka Publ., 1982, 159 p. (In Russian).
14. *GOST 25100-2011. Grunty. Klassifikatsiya* [State Standard 25100-2011. Soils. Classification]. Moscow, Standartinform Publ., 2013, 38 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Кашутина Ирина Александровна	канд. техн. наук, доцент кафедры информатики и математики факультета естественных и технических наук Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга 683002, Камчатский край, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Виталия Кручины, 8/7, кв. 21 kashutinaia@yandex.ru
Kashutina Irina Alexandrovna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of computer science and mathematics Vitus Bering Kamchatka State University 683002, Kamchatka region, Petropavlovsk-Kamchatsky, Vitaliya Kruchiny str., 8/7, app. 21 kashutinaia@yandex.ru
Кашутин Александр Николаевич	канд. биол. наук 683006, Камчатский край, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Чубарова, 4/1, кв. 48 kashutin-an@yandex.ru
Kashutin Alexandr Nikolaevich	Ph.D. (Biol.) 683006, Kamchatka region, Petropavlovsk-Kamchatsky, Chubarova str., 4/1, app. 48 kashutin-an@yandex.ru

УДК 639.321 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.002**

Кулиш А.В., Кибенко В.А., Туркулова В.Н.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ БЕРЕГОВОГО КОМПЛЕКСА ИНДУСТРИАЛЬНОГО ТИПА ПО ТОВАРНОМУ ВЫРАЩИВАНИЮ ЦЕННЫХ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ (ОСЕТРОВЫХ, ЛОСОСЕВЫХ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОРСКОЙ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Аннотация. В работе приведен анализ ретроспективных и современных литературных сведений и научно-практических данных, характеризующих основные тенденции развития индустриальной аквакультуры в мировой и отечественной практике рыборазведения, эколого-биологические и технологические особенности, а также перспективы использования в марикультуре проходных ценных видов рыб – осетровых и их гибридных форм, лососевых для товарного выращивания в морской воде, физико-географические, океанографические, гидрохимические и эколого-токсикологические условия Керченского пролива, являющегося источником водоснабжения берегового комплекса. Кратко описан технологический процесс выращивания гибрида белуги и стерляди – бестера – и радужной форели от привозного посадочного материала до товарной продукции в установке замкнутого водообеспечения с регулируемыми и контролируемыми параметрами водной среды. Обозначена проектная мощность и даны рекомендации по организации товарного берегового хозяйства с водоснабжением из Керченского пролива.
Ключевые слова: индустриальный комплекс, морская вода, товарное выращивание, бестер, радужная форель, проектная мощность, технологическая схема, кормление, продукция, рентабельность.

Kulish A.V., Kibenko V.A., Turkulova V.N.

PROSPECTS FOR CREATING A COASTAL INDUSTRIAL-SCALE FACILITY FOR COMMERCIAL CULTIVATION OF VALUABLE AQUACULTURE TARGET SPECIES (STURGEONS, SALMONIDS) USING SEAWATER IN THE CONTEXT OF THE NORTHWESTERN REGION OF THE REPUBLIC OF CRIMEA

Abstract. This work presents the analysis of the historical and current literature, as well as of the data collected through research and practice, pertaining to the main trends in the development of industrial-scale aquaculture elucidating the world's and domestic experience of fish cultivation; it also addresses ecological, biological and cultivational characteristics of the valuable anadromous fish species-sturgeons, their hybrid forms, and salmonids and the prospects for their use in the commercial mariculture, namely in the fish farms operating on seawater; the physiographic, oceanographic and hydrochemical conditions, as well as ecological and toxicological status of the Kerch Strait providing the water for the coastal facility are also elucidated. The technology and practice of the commercial cultivation of bester beluga and sterlet hybrid and rainbow trout from externally supplied stocking material to a marketable product in a recirculating aquaculture system ensuring controlled aquatic environment is briefly described. Estimated capacity for a coastal fish farm using the Kerch Strait as a water source is identified, along with the recommendations for its construction and arrangement.
Keywords: industrial-scale facility, seawater, commercial aquaculture, bester, rainbow trout, estimated capacity, technological process, feeding, production, profitability.

Введение. В современный период многие исследователи в области рыборазведения считают, что степень развития отечественной товарной аквакультуры требует инновационных решений [1-3].

Наибольшую инновационную привлекательность имеет развитие всех направлений

индустриальной аквакультуры – выращивание в садках, проточных бассейнах и в установках замкнутого водообеспечения. При использовании данного метода основополагающим принципом выращивания гидробионтов является высокий уровень интенсификации всего процесса с получением максимального количества товарной продукции с единицы площади.

Следует отметить, что среди объектов товарного рыбоводства особое место занимают ценные виды рыб – осетровые и лососевые [4-8]. Основные объекты осетроводства – гибриды осетровых (прежде всего бестер), сибирский и русский осетры, стерлядь (различных популяций), белуга, севрюга, а в последние годы в товарное осетроводства введен и представитель осетрообразных – американский веслонос [5-8].

В последние 20 лет в мировой практике рыборазведения наибольшее развитие получило культивирование осетровых видов и их различных гибридных форм всеми способами индустриальной аквакультуры. Набирает популярность выращивание лососевых видов рыб в береговых морских хозяйствах проточного типа и в УЗВ. В качестве перспективного объекта марикультуры для выращивания бассейновым методом с использованием морской воды является радужная форель. Имеется отечественный опыт выращивания радужной форели в береговом морском хозяйстве в условиях Кавказского побережья [7, 12-13].

Значительный потенциал развития аквакультуры имеется и в Крыму. Так, во времена СССР в Крыму было развито форелеводство. Полносистемные хозяйства создавали на горных реках и водохранилищах, а объектами разведения были ручьевая и радужная форель.

Однако, на сегодняшний день имеющийся рыбохозяйственный потенциал полуострова используется не в полной мере, в том числе в части развития индустриальной аквакультуры, что обусловливает актуальность и значимость проведенного исследования.

Целью исследования является анализ перспективы создания берегового комплекса индустриального типа по товарному выращиванию ценных объектов аквакультуры (осетровых, лососевых) с использованием морской воды в условиях северо-восточного региона Республики Крым и предложению ряда рекомендаций для успешного функционирования планируемого хозяйства на побережье Керченского пролива.

Материалы и методы исследования

Проблематика развития аквакультуры рассматривалась в трудах многих отечественных и зарубежных ученых. Так, по мнению профессора Пономарева С.В., «…в настоящее время в мировой экономике аквакультура приобрела глобальный характер, к 2005 г. в мире на хозяйствах такого типа производилось 55 млн т продукции, что составило 2/3 от общего объема вылавливаемых водных биологических ресурсов» [1].

При этом, по мнению ряда авторов, наибольшую привлекательность для инновационных проектов представляет использование технологии круглогодичного выращивания разных объектов аквакультуры (рыбы, ракообразные, моллюски, водоросли) в системах с регулируемыми и контролируемыми параметрами водной среды, режима кормления, физиологического состояния и здоровья гидробионтов [1-4]. В своей работе Стеффенс В. указал, что «…замкнутый цикл водообеспечения, позволяет осуществлять круглогодичное выращивание любых видов аквакультуры вне зависимости от климатических условий при одновременном достижении максимальных показателей роста и продуктивности на фоне сбережения ресурсов и обеспечения экологической чистоты производственного процесса» [2, 4].

На основании статистического анализа данных, представленных ФАО, Туркуловой В.Н. и др. было отмечено, что «…осетроводство активно развивается в таких странах как США, Германия, Италия, Франция, Япония» [5]. Абросимова Н.А. в своей работе указала, что, например, «…в Китае разработана Общегосударственная программа, по которой Китай в ближайшие 5-7 лет будет получать до 25000 т товарной осетровой продукции, таким образом, значительно обогнав Россию» [6].

Одними из наиболее популярных объектов морского садкового рыбоводства являются лососевые виды рыб – семга, атлантический лосось, кумжа и радужная форель. В практике

мирового рыборазведения лососеводство является одним из самых развитых направлений в холодноводной товарной аквакультуре [9-11, 13]. В своей работе Пономарев С.В. указал, что «…за последние 20 лет объем их производства возрос более чем в 4 раза. В 2000 г. на мировой рыбный рынок было поставлено 1,5 млн т товарной рыбы на сумму 4,8 млрд долларов США, из них форели 450 тыс. т» [1].

Владовская С.А. отмечала, что с 80-х гг. XX века «… увеличивается тенденция выращивания лососевых в морской воде … в период с 1991 г. по 2000 г. доля полученной с использованием морской воды форели увеличилась с 7 до 31 %» [9].

По данным ФАО в 2003 году в мире добывалось и выращивалось 2,3 млн т лососей, в 2007 – 3,5 млн т. В 2007 году аквакультура лососевых составляла 10,7 млрд долларов США по всему миру. В течение 25 лет с 1982 по 2007 г. аквакультура лососевых выросла более чем в десять раз. Ведущими производителями лососевых рыб являются Норвегия с 33 %, Чили – 31 %, а другие европейские производители – 19 %. В 2014 году мировое производство лососевых оценивалось в 3,4 млн т [9-13].

Известно, что для создания садковых ферм наиболее благоприятными районами морской акватории являются относительно «закрытые» от штормов участки – бухты, заливы, фиорды [1-3]. Крымский полуостров практически не имеет участков, защищенных от волновой нагрузки. Единственная бухта (озеро) Донузлав была создана искусственно на основе гиперсоленого озера для стоянки судов ЧМФ, и размещение в ней марихозяйств ограниченно. Учитывая физико-географические особенности Крыма, было рекомендовано преимущественное создание береговых морских акваферм. По мнению Туркуловой В.Н., «…береговые хозяйства характеризуются рядом преимуществ: их местоположение определяется хозяйственной необходимостью и, независимо от рельефа побережья, они защищены от влияния погодных условий… береговые бассейновые хозяйства требуют несколько больших затрат на их создание, чем садковые, но, в конечном итоге, они более эффективны, меньше подвержены амортизации, рыбоводные процессы в них доступны автоматизации и полному контролю» [2].

Наиболее перспективными объектами товарного выращивания в береговых аквахозяйствах могут быть наиболее пластичные и быстрорастущие проходные виды осетровых и их гибридные формы, а также лососевые.

В 80-е годы XX века сотрудники ЮгНИРО успешно провели экспериментальное выращивание разных видов осетровых в береговом морском хозяйстве на побережье Азовского моря [2-3, 5, 8].

В процессе подготовки работы использованы теоретический и аналитический методы. Методология работы заключалась в проведении анализа ретроспективных и современных литературных сведений [1-10], статистических и научно-практических данных [11-24], характеризующих основные тенденции развития индустриальной аквакультуры в мировой и отечественной практике рыборазведения, биологических и технологических особенностей и перспективы использования в марикультуре проходных ценных видов рыб – осетровых и их гибридных форм, а также лососевых для товарного выращивания в морской воде, а также океанографических и эколого-токсикологических условий Керченского пролива, являющегося источником водоснабжения берегового комплекса [25-26].

Результаты исследования и их обсуждение. Гибрид белуги и стерляди – бестер является одним из наиболее пластичных видов осетровых и рекомендуется для выращивания в береговых морских хозяйствах с УЗВ. На рисунке 1 приведен внешний вид самца бестера [11-12].

Еще во времена СССР бестер получил широкое распространение в качества объекта товарного осетроводства, поскольку заимствовал от белуги высокий темп роста, хищнический инстинкт, а от стерляди – относительно быстрое достижение половой зрелости и нежное мясо. Как и все хищники бестер активно потребляет комбикорма [11, 12].

Рисунок 1 – *Huso huso* (Linnaeus, 1758) самка стерлядь *Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758), самец бестера

Первое поколение бестера было стерильным, но в последующем, официально были выведены породы, которые способны созревать и давать потомство [13, 20]. Николюкиным Н.И указано, что в Российской Федерации «выведено три породы бестера, признанные решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 19.05.2000 и допущенные к хозяйственному использованию с датой приоритета 04.03.1999… это порода Аксайская, Бурцевская и ВНИРО… они различаются между собой по соотношению долей «крови» (долей генотипов) белуги и стерляди в своем генотипе» [20].

По данным ряда авторов при выращивании в бассейнах в пресной воде сеголетки бестера имели среднюю массу от 50 до 100 г, а особи двухлетнего возраста – 800-1000 г. При выращивании в солоноватой воде темп роста бестера был несколько выше: в условиях Северного Приазовья сеголетки имели среднюю массу 100-120 г, двухлетки достигали 1000-1200 г, трехлетки – 2000-2200 г, четырехлетки – 5500-6000 г [11, 12].

Бестер является эврибионтным видом: переносит широкие колебания температуры (от 0,5 до 30 °С), солености (от 0 до 18 ‰) и содержания растворенного в воде кислорода (переносит временное понижение до 1,6-2,0 мг/л) [11, 12].

Еше одним традиционным объектом лососеводства в пресноводных и морских хозяйствах является микижа или радужная форель (рисунок 2) [9, 10, 13].

Рисунок 2 – *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) – радужная форель (микижа)

Радужная форель является эвригалинным видом, что позволяет ее по достижению массы 10-20 г выращивать и в морской воде. Эта видовая особенность форели позволила увеличить масштабы ее промышленного разведения не только в пресных водоемах, но и в акваториях с соленостью 18 ‰ и выше. В мировой практике преобладает садковый метод товарного выращивания микижи, но в последние годы наметилась тенденция увеличения ее выращивания в береговых хозяйствах с использованием УЗВ во многих европейских странах и в США [1-3, 7-12].

При этом выращивание радужной форели в морской воде имеет отличия от такового в пресной. При культивировании в морской воде у радужной форели сужается диапазон толерантности к температуре воды. Было показано, что при понижении температуры воды соленостью 18 ‰ до 4-5 °С и повышении до 20-21 °С рыба практически прекращает питаться. При снижении ниже 4 °С и выше 22 °С происходит массовая гибель [1-3]. Опыт выращивания ЮгНИРО радужной форели в садках в бухте Черного моря Донузлав в 2009-2010 гг. показал, что темп ее роста был выше, а кормовой коэффициент ниже такового,

отмечаемого у одновозрастных особей в пресноводном холодноводном хозяйстве, откуда был доставлен посадочный материал. Вес цикл выращивания рыба была здорова и активна, а вкусовые качества превосходили таковые при выращивании в пресной воде [2-3].

Таким образом, полученные научно-практические данные ЮгНИРО, а также мировая практика свидетельствуют о пролонгирующем действии морской воды на физиологические процессы в организме радужной форели, стимулируя увеличение темпа роста и повышение резистентности к заболеваниям [1-3, 8, 9]. Данный факт обуславливает перспективность разведения радужной форели в береговых хозяйствах с использованием морской воды.

Планируемое место расположения берегового комплексного хозяйства – побережье средней части Керченского пролива в южной части г. Керчь, расположенной на Керченском полуострове. Керченский полуостров относится к степной холмистой зоне северо-восточного Крыма с засушливым и умеренно жарким климатом в течение года [14].

Керченский пролив мелководный, средняя глубина составляет 4-5 м, а максимальная – до 18-20 м – отмечается только в зоне фарватера, являющегося искусственно углубляемым судоходным каналом для прохода судов. Ширина пролива разная и варьирует от 5 до 15 км. В районе планируемого создания берегового аквакомплекса берега отмелые.

Роза ветров побережья Керченского пролива характеризуется преобладанием во все сезоны ветров северо-восточного и северо-западного направлений. Скорость ветра влияет на высоту волны в проливе, она варьирует по сезонам: в зимний период средние значения отмечается в пределах 5-7 м/с, а в летний период их значение меньше – 4-5 м/с. По среднемноголетним данным средние показатели высоты волны составляют 1,1 м, а максимальные значения достигают 2,5-3,0 м [14].

Течения в Керченском проливе определяются ветрами и имеют три основных направления – со стороны Азовского моря и Черного моря и третье – смешанного направления. Значения скорости течений в среднем варьируют в пределах 10-40 см/с, в редких случаях могут достигать 100 см/с [14].

Для Керченского пролива характерны значительные колебания температуры воды по сезонам. В самые холодные зимние месяцы – январь и февраль средняя температура находится в пределах 1,4-2 °С, а в самые жаркие месяцы – в июле-августе – в диапазоне 26,2…26,6 °С [15]. В последние 15-20 лет появление ледового покрова и шуги не было отмечено для Керченского пролива.

Соленость воды в Керченском проливе колеблется от 14,0-15,0 до 17-18 ‰ и зависит от направления течения [15].

Анализ результатов комплексного анализа состояния водной среды и донных отложений показал удовлетворительный эколого-токсикологический статус участка Керченского пролива прилегающего к месту создания берегового комплекса [16-18].

Кратко остановимся на описании основных моментов по созданию берегового комплекса и технологии товарного выращивания бестера и радужной форели.

Поскольку требования к температурному режиму для осетровых и лососевых видов разные, то береговой комплекс будет состоять из двух автономных модулей – комплекса по круглогодичному выращиванию бестера и комплекса по круглогодичному выращиванию радужной форели. Рекомендованная площадь для комплекса 3 га. В каждый комплекс по выращиванию бестера и форели будут входить 2 блока: выростной и выращивания товарной рыбы. Каждый блок, предназначенный функционально для выращивания определенной размерно-весовой группы рыб, будут иметь автономные системы: УЗВ, водоподачи, очистки и конечного водосброса. Подпитка свежей водой УЗВ будет осуществляться 1 раз в неделю в количестве 10 % от общего объема воды.

Установка замкнутого водоснабжения для бестера и радужной форели будет представлена одной конструкцией. В упрощенном виде рекомендуемая схема УЗВ для берегового рыбоводного комплекса приведена на рисунке 3.

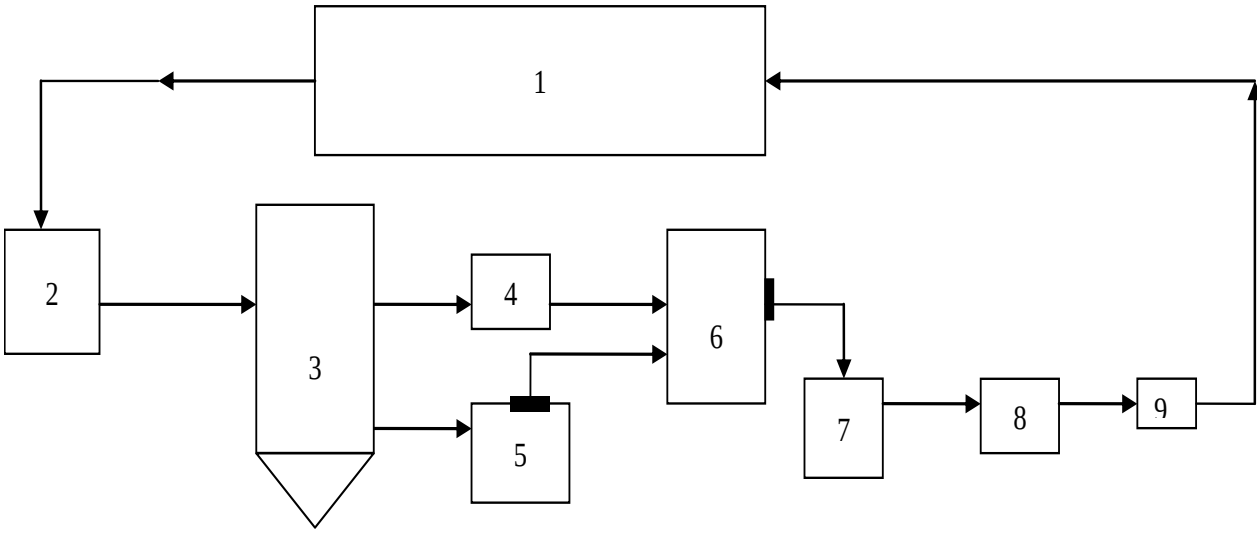


Рисунок 3 – Принципиальная схема УЗВ для берегового рыбоводного комплекса по товарному выращиванию бестера и радужной форели в условиях водоснабжения морской водой из Керченского пролива:
1 – выростные бассейны; 2 – фильтр грубой механической очистки; 3 – биофильтр; 4 – системный блок регулирования pH; 5 – фильтр тонкой механической очистки; 6 – блок терморегулирования; 7 – бактерицидная установка; 8 – оксигенатор; 9 – озонатор

Проектная мощность рыбоводного берегового комплекса с использованием морской воды по товарному выращиванию бестера и радужной форели составляет 20 т продукции в год. Из них 10 т – бестер средней массой 2 кг и 10 т радужной форели средней массой 0,5 кг.

В таблице 1 представлены данные по проектной мощности и планируемым весовым категориям товарной продукции.

Таблица 1 – Проектная мощность берегового комплекса

Вид рыбы	Общая проектная мощность, т/год	Весовая категория товарной продукции, кг
Бестер	10,0	2,0
Радужная форель	10,0	0,5

Технология товарного выращивания бестера предусматривает двухлетний цикл получения продукции – от молоди массой 10 г до двухлетки массой 2000 г. Предусматривается круглогодичное выращивание в УЗВ в термостатированном помещении со сплит системами с регулированием основных параметров водной среды в выростной системе в оптимальном температурном режиме – 22-24 °С. При разработке рекомендаций по используемой технологии и рыбоводно-биологическим нормативам выращивания с использованием морской воды учитывали научно-практические данные по выращиванию бестера в пресной воде [1, 5, 11-13, 19-22].

В таблице 2 приведена технологическая схема товарного выращивания бестера от привозного посадочного материла.

Учитывая практический опыт исследователей, нами предлагается вариант выращивания товарной радужной форели средней массой 450-500 г от привозного посадочного материала средней массой 20 г в круглогодичном режиме [1, 7, 10, 13, 23-25].

Сроки получения товарной продукции от исходного посадочного материала – 6 месяцев.

Приобретение и транспортировка посадочного материала предусматривается двукратно – в марте-апреле и в конце сентября - октябре. Общий объем товарной продукции – 10 т/год.

Таблица 2 – Технологическая схема товарного выращивания бестера от привозного посадочного материала береговом рыбоводном комплексе с использованием морской воды

Продолжи-тельность, этапа, сут.	T, °C	S, ‰	Технологический этап	Стадия жизненного цикла	Параметры бассейнов	Плотность посадки, экз./м^3	Размер гранул сухого корма, мм
120-140	22-24	14,5-17,5	Выращивание от молоди массой 10 г до сеголеток массой 200 г	Сеголетки	глубина 1,0 м 3 х 2 х 1 Объем 6 м^3	250	1-2
110-120	22-24	14,5-17,5	Выращивание годовиков массой 400 г	Годовики	глубина 1,0 м 4 х 3 х 1 Объем 12 м^3	100	3-4
120-130	22-24	14,5-17,5	Выращивание двухлеток массой от 400 г до 800 г	Предтоварная	глубина 1,2 м 8,3 х 2 х 1,2 Объем 20 м^3	50	5-6
430-450	22-24	14,5-17,5	Выращивание товарных двухлеток массой от 800 г до 2,0 кг	Товарные двухлетки	глубина 1,5 м 10 х 2 х 1,5 Объем 30 м^3	15	6- 8

В таблице 3 приведена технологическая схема товарного выращивания радужной форели от привозного посадочного материла.

Таблица 3 – Технологическая схема товарного выращивания радужной форели от привозного посадочного материла на береговом комплексном морском хозяйстве

Про-должи-тель-ность этапа, сут.	T, °C	S, ‰	Технологический этап	Стадия жизненного цикла	Параметры бассейна,	Плотность посадки, кг/м^3	Плотность посадки, экз./м^3	Кормление гранулами, сухой комбикорм, мм
75	16-18	14,5-17,5	Выращивание от сеголеток массой 30 г до годовиков массой 150 г	Сеголетки	4 х 4 х 0,8 м 13 м^3	6	200	1-3
105	16-18	14,5-17,5	Выращивание товарной форели от 150 г до 500 г	Товарная рыба	4 х 4 х 1,2м 20 м^3	15	100	4-5

Для кормления бестера и радужной форели предлагается вариант использования наряду с сухим гранулированным кормом отечественного производства также и биомассу взрослых особей жаброного рачка *Artemia* sp., добытого в результате официального промысла в гиперсоленых озерах Крымского полуострова. По предварительным исследованиям наиболее благоприятным для добычи рачка является близко расположенное к планируемому месту строительства берегового морского комплекса – оз. Акташское [26].

Выводы. Таким образом, проведенный анализ ретроспективных и современных литературных сведений об опыте использования проходных ценных видов рыб – осетровых и лососевых для индустриального товарного выращивания в бассейнах как в пресной, так и в морской воде, а также комплексной характеристики рекомендованного места расположения планируемого хозяйства – позволил сделать заключение о перспективности создания берегового комплекса индустриального типа по товарному выращиванию ценных объектов

аквакультуры (осетровых, лососевых) с использованием морской воды в условиях северо-восточного региона Республики Крым на побережье Керченского пролива в черте г. Керчь.

Проведенные предварительные технико-экономические расчеты показали, что рыбопродуктивность по товарной рыбе составит:

– для бестера – 30 кг/м^3;
– для радужной форели – 50 кг/м^3.

В первый год функционирования берегового комплекса капитальные затраты на его создание составят 28 000 000 руб., ежегодные эксплуатационные расходы 6 139 600 руб. При одинаковой цене реализации товарной рыбы по 700 руб. / кг уже на второй год выращивания чистая прибыль составит 6 288 352 руб. При таком режиме функционирования в качестве товарного хозяйства отмечается относительно высокий уровень рентабельности для предприятий рыбной отрасли – 44,9 %, а срок окупаемости капитальных затрат составит 5-6 лет.

Список использованной литературы:

1. *Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А.* Индустриальная аквакультура. Астрахань: ИП Грицай Р.В., 2006. 312 с.
2. *Туркулова В.Н.* Перспективы развития индустриальной марикультуры в Украине // Рыбник. 2011. № 4 (7). С. 6-9.
3. *Туркулова В.Н.* Перспективы развития индустриальной марикультуры в Украине // Рыбник. 2011. № 5 (8). С. 6-9.
4. *Стеффенс В.* Индустриальные методы выращивания рыб. М.: Агрорпомиздат, 1985. 55 с.
5. *Туркулова В.Н., Шляхов В.А., Губанов Е.П.* Продукция товарного осетроводства в Европе и перспективы его развития на береговых морских хозяйствах Украины // Осетровые рыбы и их будущее: труды международной конференции. Бердянск: РПГ «Pavlov Product», 2011. С. 190-195.
6. *Абросимова Н.А., Васильева Л.М.* Основные пути развития товарного осетроводства // Проблемы современного товарного осетроводства: труды первой научно-практической конференции. Астрахань, 2000. С.31-35.
7. *Цуладзе В.Л.* Выращивание радужной форели и стальноголового лосося в стеклопластиковых бассейнах на морской воде // Морское рыбоводство. М., 1984. С. 113-122.
8. *Туркулова В.Н.* Перспективы развития марикультуры в Республике Крым // СФЕРА: Рыба. 2018. № 1 (20). С. 36-37.
9. *Владовская С.А.* Товарное выращивание лососевых в морской воде // Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ. Серия: Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. 1982. Вып. 2. 46 с.
10. *Пономарев С.В., Пономарева Е.Н.* Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в индустриальных условиях: монография. Астрахань: АГТУ, 2003. 187 с.
11. *Пономарев С.В., Лагуткина Л.Ю., Киреева И.Ю.* Фермерская аквакультура: рекомендации. М.: ФГНУ Росинформагротех, 2007. 192 с.
12. *Богерук А.К.* Породы и одомашненные формы осетровых рыб. М.: ООО Столичная типография, 2008. 152 с.
13. *Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И.* Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры Юга России. Астрахань: Нова плюс, 2002. 264 с.
14. *Завьялов И.Б., Осадчиев А.А., Завьялов В.В.* Исследование водообмена в Керченском проливе по историческим и данным контактных измерений 2019 г. // Океанология. 2021. Т. 61. № 3. С.377-386.
15. *Фомин В.В., Коршенко Е.А., Кабатченко И.М.* Воспроизведение гидрометеорологических условий Керченского пролива. Часть 1. Верификация технологии // Океанологические исследования. 2022. Т. 50. № 4. С. 50-72.

16. *Себах Л.К., Жугайло С.С., Шепелева С.М., Заремба Н.Б., Иванюта А.П.* Биогенные элементы в экосистеме Керченского пролива // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна: труды VI Международной конференции. Керчь: ЮгНИРО, 2010. С. 20-26.
17. *Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Загайный Н.А.* Особенности формирования полей нефтяного загрязнения в Керченском проливе в современных условиях // Системы контроля окружающей среды: сборник научных трудов. Севастополь, 2012. Вып. 18. С. 109-113.
18. *Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Себах Л.К.* Природоохранные исследования ЮгНИРО в районе рейдовых перегрузок в Керченском проливе // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы VIII Международной конференции. Керчь: ЮгНИРО, 2013. Т. 1. С. 249-252.
19. *Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Богатырева М.М., Потапов Д.Э.* Особенности выращивания бестера в условиях зарегулирования параметров водной среды // Вестник АГТУ. 2006. № 3 (32). С. 64-70.
20. *Николюкин Н.И., Бурцев И.А.* Инструкция по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью. М.: ВНИРО, 1969. 52 с.
21. Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах. М.: ВНИРО, 1986. 272 с.
22. *Чебанов М.С., Чмырь Ю.Н.* Новые методы оптимизации осетроводства // Рыбоводство и рыболовство. 2002. № 1. С. 20-21.
23. *Цуладзе В.Л.* Инструкция по технологии разведения радужной форели в береговых установках с использованием морской, смешанной и пресной воды. М.: ВНИРО, 1986. 61 с.
24. *Цуладзе В.Л.* Бассейновый метод выращивания лососевых рыб: на примере радужной форели. М.: Агропромиздат, 1990. 156 с.
25. *Филатов В.И., Докукина К.Н., Петров Ф.А.* Рыбоводство в замкнутых системах. Результаты разработки индустриальных комплексов и экологически чистых технологий по разведению ценных объектов аквакультуры // Избранные труды ВНИИПРХ. Дмитров: Север Подмосковья, 2002. Кн. 2. Т. 3-4. С. 100-102.
26. *Kulish A.V., Poplavsky A.A., Saenko E.M., Mal`ko S.V., Maltsev V.I.* Changes in population structure of branchiopod crustacean *Artemia* sp. in Lake Aktash (Crimean Peninsula) in autumn-winter period (based on data from 2018) // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 3. С. 16-28.

References:

1. Ponomarev S.V., Grozesku Yu.N., Bakhareva A.A. *Industrial'naya akvakul'tura* [Industrial Aquaculture]. Astrakhan', Gritsay R.V. Publ., 2006, 312 p. (In Russian).
2. Turkulova V.N. Perspektivy razvitiya industrial'noy marikul'tury v Ukraine [Prospects for the development of industrial mariculture in Ukraine]. *Rybnik* [Rybnik], 2011, no. 4 (7), pp. 6-9. (In Russian).
3. Turkulova V.N. Perspektivy razvitiya industrial'noy marikul'tury v Ukraine [Prospects for the development of industrial mariculture in Ukraine]. *Rybnik* [Rybnik], 2011, no. 5 (8), pp. 6-9. (In Russian).
4. Steffens V. *Industrial'nyye metody vyrashchivaniya ryb* [Industrial methods of growing fish]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 55 p. (In Russian).
5. Turkulova V.N., Shlyakhov V.A., Gubanov Ye.P. Produktsiya tovarnogo osetrovodstva v Yevrope i perspektivy yego razvitiya na beregovykh morskikh khozyaystvakh Ukrainy [Production of commercial sturgeon breeding in Europe and prospects for its development on the coastal marine farms of Ukraine]. *Trudy mezhdunarodnoy konferentsii «Osetrovyye ryby i ikh budushcheye»* [Proceedings of the international conference «Sturgeon Fish and Their

Future»]. Berdyansk, Pavlov Product Publ., 2011, pp. 190-195. (In Russian).
6. Abrosimova N.A., Vasil'yeva L.M. Osnovnyye puti razvitiya tovarnogo osetrovodstva [The main ways of development of commercial sturgeon breeding]. *Trudy pervoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy sovremennogo tovarnogo osetrovodstva»* [Proceedings of the first scientific and practical conference «Problems of Modern Commercial Sturgeon Breeding»]. Astrakhan, 2000, pp. 31-35. (In Russian).
7. Tsuladze V.L. Vyrashchivaniye raduzhnoy foreli i stal'nogolovogo lososya v stekloplastikovykh basseynakh na morskoy vode [Raising rainbow trout and steelhead salmon in fiberglass pools on sea water]. *Morskoye rybovodstvo* [Sea Fish Farming]. Moscow, 1984, pp. 113-122. (In Russian).
8. Turkulova V.N. Perspektivy razvitiya marikul'tury v Respublike Krym [Prospects for the development of mariculture in the Republic of Crimea]. *SFERA: Ryba* [SPHERE: Fish], 2018, no. 1 (20), pp. 36-37. (In Russian).
9. Vladovskaya S.A. Tovarnoye vyrashchivaniye lososevykh v morskoy vode [Commercial cultivation of salmonids in sea water]. *Obzornaya informatsiya TSNIITEIRKH. Seriya: Rybokhozyaystvennoye ispol'zovaniye resursov Mirovogo okeana* [Overview Information of TsNIITEIRH. Series: Fishery Use of the Resources of the World Ocean], 1982, no. 2, 46 p. (In Russian).
10. Ponomarev S.V., Ponomareva Ye.N. *Tekhnologicheskiye osnovy razvedeniya i kormleniya lososevykh ryb v industrial'nykh usloviyakh* [Technological bases of breeding and feeding salmon fish in industrial conditions]. Astrakhan, AGTU Publ., 2003, 187 p. (In Russian).
11. Ponomarev S.V., Lagutkina L.Yu., Kireyeva I.Yu. *Fermerskaya akvakul'tura: rekomendatsii* [Farm Aquaculture: Recommendations]. Moscow, FGNU Rosinformagrotekh Publ., 2007, 192 p. (In Russian).
12. Bogeruk A.K. *Porody i odomashnennyye formy osetrovykh ryb* [Breeds and domesticated forms of sturgeons]. Moscow, OOO Stolichnaya tipografiya Publ., 2008, 152 p. (In Russian).
13. Ponomarev S.V., Gamygin Ye.A., Nikonorov S.I. *Tekhnologii vyrashchivaniya i kormleniya ob"yektov akvakul'tury Yuga Rossii* [Technologies for growing and feeding aquaculture objects in the South of Russia]. Astrakhan, Nova plus Publ., 2002, 264 p. (In Russian).
14. Zav'yalov I.B., Osadchiyev A.A., Zav'yalov V.V. Issledovaniye vodoobmena v Kerchenskom prolive po istoricheskim i dannym kontaktnykh izmereniy 2019 g. [Study of water exchange in the Kerch Strait based on historical and contact measurements in 2019]. *Okeanologiya* [Oceanology], 2021, vol. 61, no. 3, pp. 377-386. (In Russian).
15. Fomin V.V., Korshenko Ye.A., Kabatchenko I.M. Vosproizvedeniye gidrometeorologicheskikh usloviy Kerchenskogo proliva. Chast' 1. Verifikatsiya tekhnologii [Reproduction of hydrometeorological conditions of the Kerch Strait. Part 1. Technology Verification]. *Okeanologicheskiye issledovaniya* [Oceanological Research], 2022, vol. 50, no. 4, pp. 50-72. (In Russian).
16. Sebakh L.K., Zhugaylo S.S., Shepeleva S.M., Zaremba N.B., Ivanyuta A.P. Biogennyye elementy v ekosisteme Kerchenskogo proliva [Biogenic elements in the ecosystem of the Kerch Strait]. *Trudy 6 Mezhdunarodnoy konferentsii «Sovremennyye problemy ekologii Azovo-Chernomorskogo basseyna»* [Proceedings of the 6th International conference “Modern Problems of Ecology of the Azov-Black Sea Basin”]. Kerch, YugNIRO Publ., 2010, pp. 20-26. (In Russian).
17. Petrenko O.A., Zhugaylo S.S., Avdeyeva T.M., Zagaynyy N.A. Osobennosti formirovaniya poley neftyanogo zagryazneniya v Kerchenskom prolive v sovremennykh usloviyakh [Features of the formation of oil pollution fields in the Kerch Strait in modern conditions]. *Sbornik nauchnykh trudov «Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy»* [Collection of scientific papers «Environmental Control Systems»]. Sevastopol, 2012, vol. 18, pp. 109-113. (In Russian).
18. Zhugaylo S.S., Avdeyeva T.M., Sebakh L.K. Prirodookhrannyye issledovaniya YugNIRO v rayone reydovykh peregruzok v Kerchenskom prolive [Environmental studies of YugNIRO in the area of road transshipments in the Kerch Strait]. *Materialy 8 Mezhdunarodnoy konferentsii*

«Sovremennyye rybokhozyaystvennyye i ekologicheskiye problemy Azovo-Chernomorskogo regiona» [Materials of the 8th International conference «Modern Fisheries and Environmental Problems of the Azov-Black Sea Region»]. Kerch, YugNIRO Publ., 2013, vol.1, pp. 249-252. (In Russian).

19. Ponomareva Ye.N., Sorokina M.N., Bogatyreva M.M., Potapov D.E. Osobennosti vyrashchivaniya bestera v usloviyakh zaregulirovaniya parametrov vodnoy sredy [Peculiarities of growing bester under conditions of regulation of the parameters of the aquatic environment]. *Vestnik AGTU* [Bulletin of ASTU], 2006, no. 3 (32), pp. 64-70. (In Russian).
20. Nikolyukin N.I., Burtsev I.A. *Instruktsiya po razvedeniyu i tovarnomu vyrashchivaniyu gibridov belugi so sterlyad'yu* [Instructions for breeding and commercial cultivation of hybrids of beluga with sterlet]. Moscow, VNIRO Publ., 1969, 52 p. (In Russian).
21. *Sbornik instruktsiy i normativno-metodicheskikh ukazaniy po promyshlennomu razvedeniyu osetrovykh ryb v Kaspiyskom i Azovskom basseynakh* [Collection of instructions and normative-methodical instructions for the industrial breeding of sturgeons in the Caspian and Azov basins]. Moscow, VNIRO Publ., 1986, 272 p. (In Russian).
22. Chebanov M.S., Chmyr' Yu.N. Novyye metody optimizatsii osetrovodstva [New methods for optimizing sturgeon breeding]. *Rybovodstvo i rybolovstvo* [Fish Breeding and Fishing], 2002, no. 1, pp. 20-21. (In Russian).
23. Tsuladze V.L. *Instruktsiya po tekhnologii razvedeniya raduzhnoy foreli v beregovykh ustanovkakh s ispol'zovaniyem morskoy, smeshannoy i presnoy vody* [Instructions on the technology of breeding rainbow trout in coastal installations using sea, mixed and fresh water]. Moscow, VNIRO Publ., 1986, 61 p. (In Russian).
24. Tsuladze V.L. *Basseynovyy metod vyrashchivaniya lososevykh ryb: na primere raduzhnoy foreli* [Basin method of growing salmon fish: on the example of rainbow trout]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1990, 156 p. (In Russian).
25. Filatov V. I., Dokukina K. N., Petrov F. A. Rybovodstvo v zamknutykh sistemakh. Rezul'taty razrabotki industrial'nykh kompleksov i ekologicheski chistykh tekhnologiy po razvedeniyu tsennykh ob"yektov akvakul'tury [Fish farming in closed systems. Results of the development of industrial complexes and environmentally friendly technologies for the breeding of valuable aquaculture objects]. *Izbrannyye trudy VNIIPRKH* [Selected Works of VNIIPRKh]. Dmitrov, Sever Podmoskov'ya Publ., 2002, book 2, vol. 3-4, pp. 100-102. (In Russian).
26. Kulish A.V., Poplavsky A.A., Saenko E.M., Mal`ko S.V., Maltsev V.I. Changes in population structure of branchiopod crustacean *Artemia* sp. in Lake Aktash (Crimean Peninsula) in autumn-winter period (based on data from 2018). *Vestnik AGTU. Seriya: Rybnoye khozyaystvo* [Vestnik ASTU. Series: Fisheries], 2022, no. 3, pp. 16-28. (In English).

Сведения об авторах / Information about authors

Кулиш Андрей Викторович	канд. биол. наук, доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры, старший научный сотрудник, Керченский государственный морской технологический университет Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН – филиал ФИЦ ИнБЮМ 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 123 andreykulish1972@mail.ru
Koulish Andrey Viktorovich	Ph.D. (Biol.), Associate Professor at the Department of Aquatic Bio-resources and Mariculture Kerch State Maritime Technological University T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of the RAS – Branch of A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS

	298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 123 andreykulish1972@mail.ru
Кибенко Владимир Александрович	канд. экон. наук, доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры технологического факультета Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 kibenkovladimir@mail.ru
Kibenko Vladimir Aleksandrovich	Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Department of aquatic bioresources and mariculture Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 kibenkovladimir@mail.ru
Туркулова Валентина Николаевна	заведующий лабораторией марикультуры Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), старший преподаватель кафедры водных биоресурсов и марикультуры Керченский государственный морской технологический университет 298300, Республика Крым, г. Керчь, ул. Свердлова, 2 turkulova_v_n@azniirkh.ru
Turkulova Valentina Nikolaevna	Head of the Laboratory of Mariculture of the Azov-Black Sea Branch of the FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKH”), Senior Lecturer of the Department of Aquatic Bioresources and Mariculture Kerch State Maritime Technological University 298300, Republic of Crimea, Kerch, Sverdlova str., 2 turkulova_v_@azniirkh.ru

УДК 504.75.06 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.003**

Вынгра А.Н.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОБЛЕМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Аннотация. Прибрежные зоны характеризуются как крайне чувствительные к антропогенным воздействиям территории. Республика Крым омывается двумя морями и имеет большую протяженность береговой линии, поэтому здесь важна разработка комплексного подхода управления прибрежными территориями. В данной статье рассматриваются основные принципы устойчивого развития прибрежных регионов, которые раскрываются в Европейском кодексе поведения для прибрежных зон и Модельном законе об устойчивом управлении прибрежными зонами. В работе определены проблемы использования прибрежных территорий Республики Крым в различных направлениях деятельности и рассмотрены пути их решения. Работа портов, рекреационная, рыбохозяйственная и другие виды деятельности усиливают антропогенные нагрузки на водоохранную зону. Предложенные мероприятия помогут снизить негативное воздействие и сохранить прибрежные территории для дальнейшего долгосрочного использования.
Ключевые слова: Прибрежные территории, Республика Крым, законодательство, комплексное управление, устойчивое развитие, водоохранная зона.

Vyngra A.N.

DETERMINATION OF PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF COASTAL TERRITORIES OF THE REPUBLIC OF CRIMEA

Abstract. Coastal areas are characterized as extremely sensitive to anthropogenic impacts of the territory. The Republic of Crimea is washed by two seas and has a long coastline, so it is important to develop an integrated approach to managing coastal areas. This article discusses the main principles of sustainable development of coastal regions, which are disclosed in the European Code of Conduct for Coastal Zones and the Model Law on sustainable coastal zone management. This article identifies the problems of using the coastal territories of the Republic of Crimea in various areas of activity and considers ways to solve them. The work of ports, recreational, fishery and other activities increase anthropogenic pressure on the water protection zone. The proposed activities will help reduce the negative impact and preserve coastal areas for further long-term use.
Keywords: Coastal territories, Republic of Crimea, legislation, integrated management, sustainable development, water protection zone.

Введение. Республика Крым является уникальным регионом, который почти полностью омывается Черным и Азовским морями. В таких регионах можно выделить особые, крайне чувствительные к антропогенным воздействиям, территории, которые называют прибрежными. Прибрежные территории – это зоны контакта суши с морем (берег, прилежащая морская акватория), в которых сконцентрированы разнообразные ресурсы, имеющие историческую и экономическую ценность. Данные территории плотно заселены и широко используются в хозяйственных целях, однако при этом происходит значительный конфликт интересов природопользователей, а также постепенная деградация прибрежных курортных территорий. Традиционная отраслевая система управления использованием ресурсов прибрежных зон не может справиться с загрязнением, чрезмерной эксплуатацией, деградацией и исчезновением уникальных экосистем, поэтому на полуострове необходимо применять принципы устойчивого развития, установленные для прибрежных зон и направленные на сохранение и рациональное использование таких территорий [1].

Целью исследования является определение проблем использования прибрежных территорий Республики Крым в различных направлениях деятельности и пути их решения.

Материалы и методы исследования. Устойчивое развитие прибрежных регионов раскрывается в международном законодательстве такими нормативными актами, как «Европейский кодекс поведения для прибрежных зон», «Модельный закон об устойчивом управлении прибрежными зонами» [2-4], «Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов» [5] и другими. На государственном уровне управление прибрежными территориями регулируется Водным кодексом Российской Федерации [6], Стратегией развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года [7], Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, Федеральным законом «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 № 33-ФЗ [8] и другими нормативно-правовыми актами.

Управление прибрежными зонами в своих исследованиях раскрывали Сычев С. Л., Кропинова Е. Г., Афанасьева Э. П., Кузнецова С. Г., Кузнецов Н. С., Горбунов Р. В., Тарасова Н. П. и другие [9-10].

Результаты исследования и их обсуждение. Устойчивое развитие прибрежных зон является непрерывным и динамичным процессом принятия решений, направленных на устойчивое использование и сохранение прибрежных и морских зон и ресурсов. Необходимость создания эффективной системы комплексного управления прибрежными зонами была определена на международной конференции ООН по окружающей среде и устойчивому развитию (Рио-де-Жанейро, 1992) [10].

Основные принципы устойчивого развития прибрежных регионов отображены на рисунке 1.

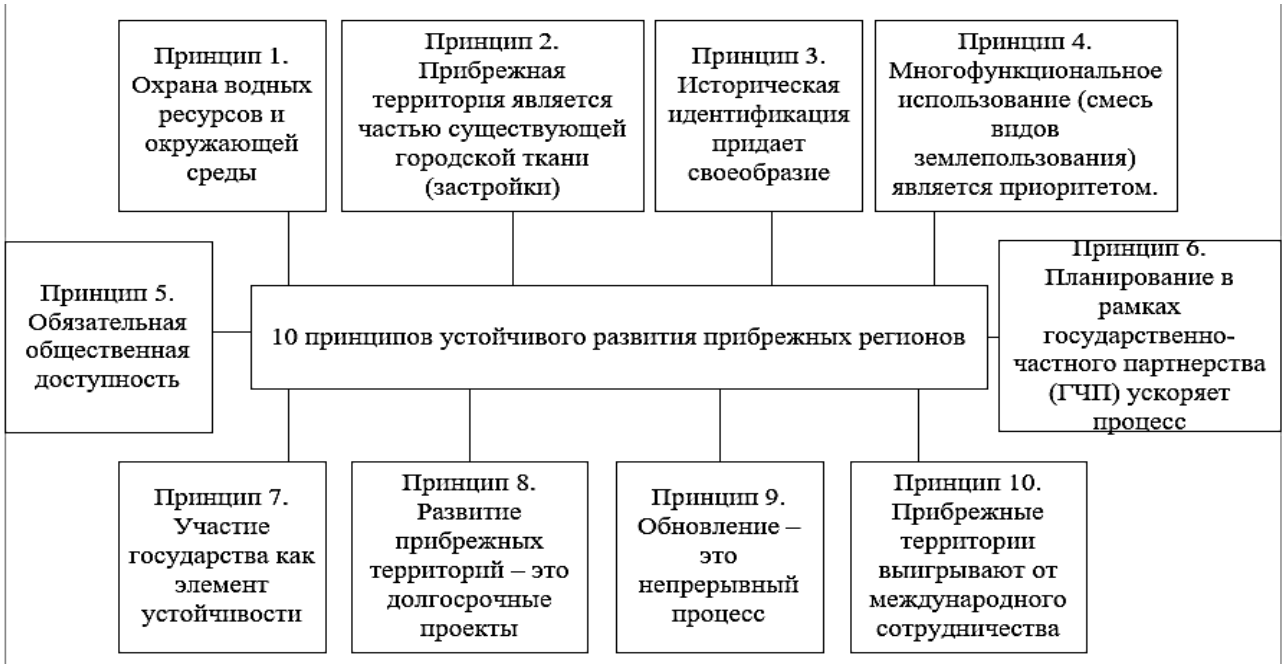


Рисунок 1 – Принципы устойчивого развития прибрежных регионов

Данные принципы направлены на наиболее полное отображение возможной деятельности и раскрывают прибрежную территорию как неотъемлемую часть города. В нормативных актах Российской Федерации указывается, что одним из основных приоритетов развития морской деятельности является переход к комплексному планированию развития прибрежных акваторий и приморских территорий (Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года) [7].

При использовании и развитии прибрежных зон важно обращать внимание на опыт других стран и международное сотрудничество в данной области. Обмен знаниями и опытом может затрагивать информацию о наиболее успешных реализованных и находящихся в процессе разработки и строительства проектах. Например, Европейский кодекс поведения для

прибрежных зон в 15 главах охватывает основные проблемы использования и сохранения побережий. Некоторые из них: «Оборона», «Энергетика», «Рыбный промысел и аквакультура», «Сельское хозяйство», «Промышленность», «Туризм и отдых», «Транспорт».

Модельный закон об устойчивом управлении прибрежными зонами раскрывает содержание концепции комплексного управления прибрежными зонами (КУПЗ). Определение комплексного управления в данном документе сформулировано как «устойчивое развитие и использование прибрежных зон, учитывающее экономическое и социальное развитие, связанное с существованием моря и, в то же время, защищающее ландшафты и хрупкий экологический и биологический баланс во имя настоящего и будущих поколений». Целью Модельного закона является разработка и реализация политики КУПЗ на межгосударственном уровне [2].

В законодательстве Российской Федерации понятие «прибрежная территория» в основном заменяется на «водоохранная зона» и «прибрежная защитная полоса». Режим использования водоохранных зон и прибрежных защитных полос регулируется Водным кодексом РФ. Ширина водоохранной зоны моря составляет 500 м [6]. В Республике Крым территории водоохранных зон используются в различных видах деятельности: в туристических и рекреационных целях, для строительства оздоровительных комплексов и мест отдыха, работа портов и отдельных предприятий и др.

Рекреационная деятельность. Использование туристско-рекреационных ресурсов является одной из форм социальной направленности государственной политики, а также дополнительным источником доходов республиканского бюджета. На территории Республики Крым насчитывается около 550 санаторно-курортных учреждений, 130 домов отдыха, 270 баз отдыха и 100 гостиниц. На формирование рекреационной сферы оказывает влияние климат, географическое положение, разнообразие ландшафтов, наличие лечебных грязей и источников минеральных вод и множество других факторов [11].

Основными проблемами, затрудняющими развитие рекреации на полуострове, являются:

- проблема транспортной доступности полуострова (отсутствие воздушного сообщения и ограниченность пропускающей способности Крымского моста в связи с терактом);
- загрязнение пляжей;
- оползневые процессы в прибрежной зоне;
- низкий уровень предоставляемых услуг;
- неравномерное размещение туристско-рекреационных ресурсов [12-13].

Решением проблемы загрязнения пляжей в первую очередь является обеспечение контроля за соблюдением законодательства (ВК РФ, Ст. 56, 65), систематическая уборка пляжей, а также укрепление склонов, подверженных оползневым процессам.

Низкий уровень предоставляемых услуг и неравномерное размещение туристско-рекреационных ресурсов предотвращается посредством строительства лечебно-оздоровительных комплексов и зон отдыха с применением новейших технологий. Водный кодекс не запрещает строительство жилых зданий в водоохранной зоне, однако нужно учитывать, что, кроме прочих требований, необходимо соблюдать санитарные и экологические нормы.

Рыбохозяйственная деятельность. Прибрежные территории Республики Крым используются также в рыбохозяйственных целях. Для удобного обеспечения производств водными биологическими ресурсами (ВБР), многие рыбоперерабатывающие предприятия расположены в прибрежных зонах, что доказывает острую необходимость соблюдения всех установленных нормативов выбросов и сбросов. В республике Крым насчитывается более 30 рыбопромысловых предприятий, находящихся в прибрежных зонах.

Некоторые аквальные и береговые комплексы могут использоваться для разведения рыб, моллюсков и водорослей. Например, озеро Донузлав (рисунок 2), расположенное на западе Крымского полуострова, является важным рыбохозяйственным объектом и относится к

водоемам первой категории водопользования. Уникальные свойства и расположение данного озера позволяет развивать мидийные и устричные фермы, а также рыбоводное хозяйство [14].

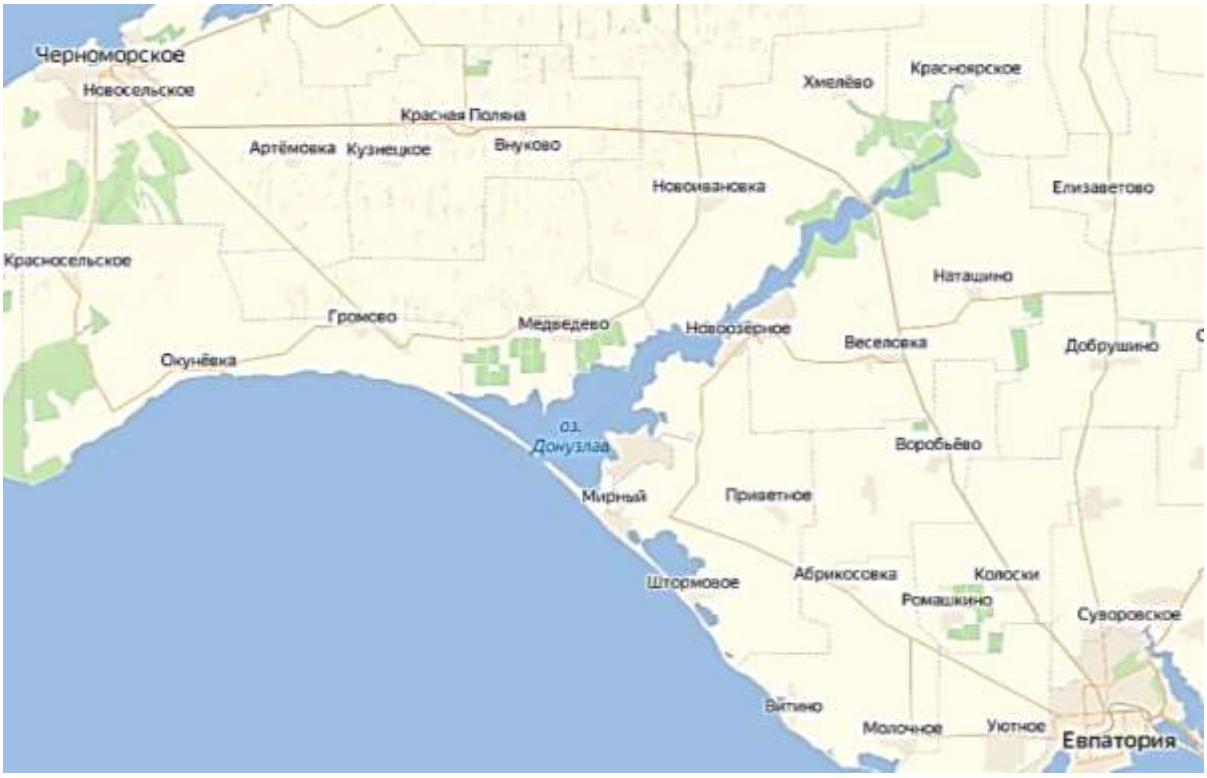


Рисунок 2 – Расположение озера Донузлав

На озере Донузлав систематически проводится экологический мониторинг Уровня загрязнения воды и донных отложений. Осуществление комплекса природоохранных мероприятий в водоохранной зоне позволяет снизить антропогенные нагрузки и улучшить экологическое состояние водных объектов.

Портовая деятельность. На Крымском побережье развита портовая деятельность. Морские порты располагаются в Керчи, Севастополе, Ялте, Евпатории и Феодосии. Порт города Керчь разделен на 6 участков: грузопассажирский терминал «Крым», Керченский торговый порт, Керченский рыбный порт, порт «Камыш-Бурун», якорные стоянки № 471 и № 452. Данный морской порт имеет постоянный многосторонний пункт пропуска через государственную границу Российской Федерации.

Морской порт Феодосия расположен у юного берега Феодосийской бухты, способен перерабатывать более 1 млн. тонн сухих грузов в год и оснащен современным оборудованием, обеспечивающим круглогодичную переработку грузов [15].

На южном побережье полуострова расположен порт Ялта, который состоит из 14 участков акватории от мыса Кикинейз до мыса Меганом. Только первый участок данного порта объединяет акватории пассажирского и грузопассажирского терминалов, остальные участки примыкают к пассажирским причалам местных линий вдоль побережья. Грузопассажирский терминал осуществляет перевалку насыпных, навалочных и генеральных грузов.

В юго-западной части Крыма располагается порт Севастополь, который наименее удален от водных путей, соединяющих Черное и Средиземное моря. Порт выполняет погрузочно-разгрузочные работы, складские, транспортно-экспедиторские и буксировочные операции, а также имеет два пассажирских причала.

В северо-западной части Черного моря расположен порт Евпатория, на территории которого находится грузопассажирский постоянный многосторонний пункт пропуска через государственную границу Российской Федерации. Данный порт позволяет осуществлять

посадку и высадку пассажиров, пополнение запасов продовольствия, пресной воды, сдачи бытового мусора и проведения ограниченного ремонта оборудования [15].

Установлено, что движение морского транспорта оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, чем береговые объекты портов. Поэтому существует необходимость проведения экологического мониторинга, включающего наблюдение и контроль уровня загрязненности морской воды и донных отложений. Ухудшение качества морской среды происходит при сбросе балластных, погрузке сыпучих грузов, разливе нефтепродуктов и попадании неочищенных ливневых сточных вод в водный объект.

Для улучшения экологического состояния прибрежных территорий, используемых для реализации портовой деятельности, необходимо усилить контроль за судоходством и деятельностью портов, уменьшить объем перевозки на судах опасных грузов, добиться модернизации и строительства очистных сооружений в портах.

Природоохранная деятельность. В Республике Крым насчитывается около 200 особо охраняемых природных территорий (ООПТ), многие из них расположены в прибрежной зоне или даже включают себя участки акватории.

На ООПТ установлен режим особой охраны, в связи с их особым природоохранным, культурным, рекреационным и научным значением. Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 № 33-ФЗ подразделяет ООПТ на категории с учетом режима особой охраны. Для каждой категории особо охраняемых природных территорий установлены ограничения деятельности с целью сохранения целостных природных комплексов, охраны и сохранения редких видов животных и растений, проведения научно-исследовательских работ [8].

Экологический туризм на ООПТ – отдельное направление экотуризма. В крупных особо охраняемых природных территориях обычно предусмотрено обустройство экологических троп, расположенных вблизи наиболее интересных мест. Наличие таких троп снижает антропогенную нагрузку на охраняемые объекты, а также позволяет улучшить контроль за туристами и их действиями [16].

На прибрежных территориях Крыма расположены такие заповедники, как «Казантипский» (1), «Опукский» (2), «Карадагский» (3), «Крымский» (4), «Мыс Мартьян» (5) и «Лебяжьи острова» (рисунок 3). Также можно посетить большое количество заказников, памятников природы, природных парков и других охраняемых территорий [17].

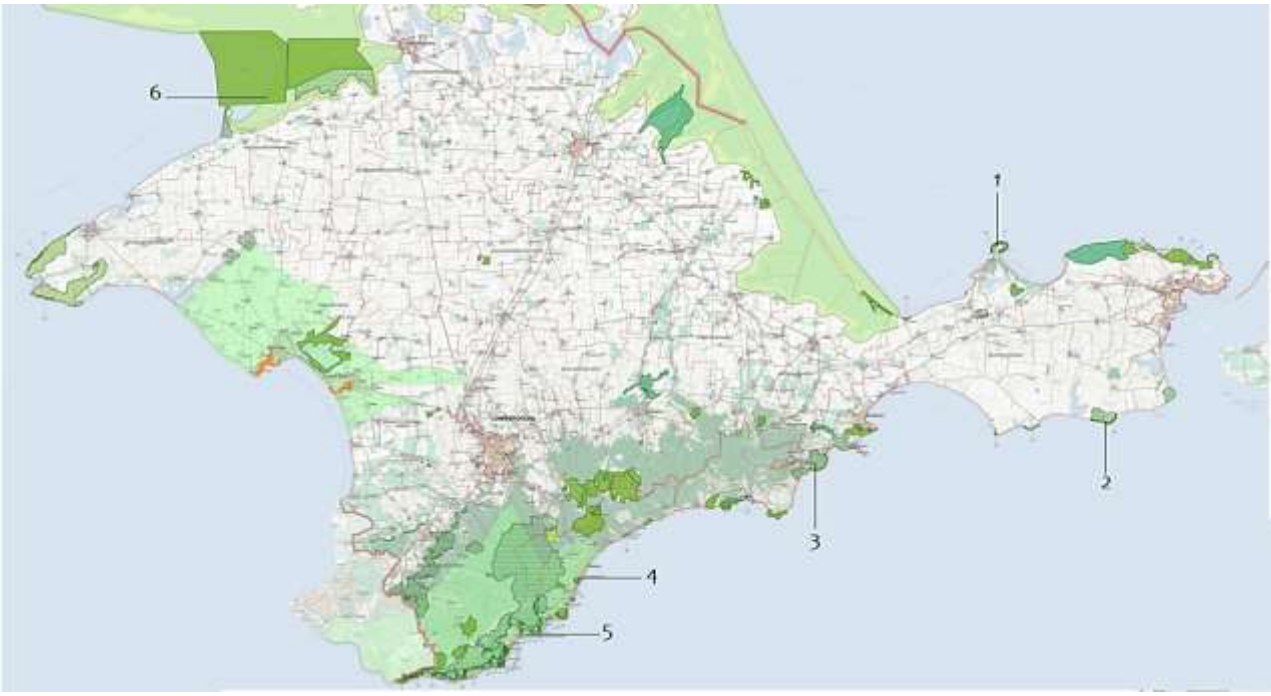


Рисунок 3 – Расположение заповедников на побережье Республики Крым.

Особо охраняемые природные территории не только предотвращают антропогенную нагрузку на прибрежные территории, но и позволяют развивать рекреационную деятельность, направленную на поддержание экологической устойчивости биогеоценозов.

Выводы. Один из принципов устойчивого развития делает акцент на то, что прибрежная территория является частью существующей городской ткани. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что мероприятия по снижению антропогенного воздействия должны быть направленны не только на территории водоохранных зон, но и прилегающих к ним городских территорий.

Учитывая, что устойчивое развитие прибрежных территорий сложный, долгосрочный и непрерывный процесс, подход к комплексному управлению должен включать в себя все возможные направления деятельности на прибрежных территориях.

Опыт европейских лидеров по реализации положений устойчивого развития показывает, что концепции работают только в тех случаях, когда реализация ее ключевых установок проводится на всех уровнях власти, а также в отраслевом разрезе. Поэтому мероприятия по сохранению и улучшению качества прибрежных территорий должны устанавливаться на законодательном уровне.

При использовании водоохранных зон в рекреационных целях необходимо контролировать санитарное состояние пляжей, отсутствие сбросов сточных вод и других загрязнителей. Также снижение антропогенной нагрузки возможно посредством сокращения движения и стоянки автомобилей. Водный кодекс РФ запрещает движение и стоянки автомобилях в границах водоохранных зон, за исключением специально оборудованных дорог и мест, имеющих твердое покрытие. В некоторых местах возможно использование общественного транспорта или замена автомобильного транспорта, например на велосипеды. Наблюдения за состоянием прибрежных зон можно проводить с помощью беспилотных летательных и водных аппаратов. Дроны позволяют исследовать экологическую обстановку в труднодоступных местах и оперативно получать информацию о состоянии окружающей среды.

Опорные сооружения, позволяющие остановить оползневые процессы, предотвращают попадание почвы и ливневых сточных вод в водные объекты. С ливневыми водами в море могут попасть удобрения, пестициды и различные микроэлементы, использующиеся в сельском хозяйстве. Поэтому такие вещества рекомендуется использовать рационально, в небольших количествах и в случае особой необходимости [18].

Рациональное использование водных биологических ресурсов и применение знаний марикультуры позволит сохранять и развивать рыбохозяйственную деятельность на прибрежных территориях оказывая минимальное негативное воздействие на окружающую среду. Для этого необходимо систематически проводить экологический мониторинг морской воды и донных отложений, а также предотвратить поступление загрязненных сточных вод в водные объекты.

Наиболее благоприятным использованием прибрежных территорий является создание особо охраняемых природных территорий, в которых выполняется рекреационная функция и оказывается минимальное антропогенное воздействие как на прибрежные зоны, так и на акваторию. Для поддержания благоприятного экологического состояния ООПТ рекомендуется обустраивать экологические маршруты не только в заповедниках, но и в других категориях особо охраняемых природных территорий. Важно учитывать, что различные регионы требуют индивидуального подхода с учетом его уникальных особенностей, сильных и слабых сторон. Разностороннее развитие прибрежных территорий позволит сохранить природные ресурсы и их возобновляемость в будущем.

Список использованной литературы:

1. *Горбунов Р.В., Андреенко Т.И., Корнийчук Ю.М.* Инновационный потенциал развития прибрежных территорий Крыма в рамках реализации стратегии устойчивого развития // Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на

пространстве СНГ: сборник тезисов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Российского государственного гидрометеорологического университета. СПб., 2020. С. 330-332.
2. Модельный закон об устойчивом управлении прибрежными зонами // Сайт «Национальная энциклопедическая служба». URL: https://determiner.ru/termin/modelnyi-zakon-ob-ustoichivom-upravlenii-pribrezhnymi-zonami.html (дата обращения: 20.02.2023).
3. Model Code of Conduct for European Lawyers. URL: https://www.ccbe.eu/fileadmin/speciality_distribution/public/documents/DEONTOLOGY/DEON_CoC/EN_DEONTO_2021_Model_Code.pdf (дата обращения: 20.02.2023).
4. Guideline on integrated coastal zone management in the Black sea. URL: http://www.blacksea-commission.org/downloads/black_sea_iczm_guideline/black_sea_iczm_guideline.pdf (дата обращения: 20.02.2023).
5. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов (Конвенция МАРПОЛ 73/78). СПб.: АО ЦНИИМФ, 2017. 412 с.
6. *Волнухина Д.Е.* Водный кодекс Российской Федерации с изменениями и дополнениями на 2023 год. М.: Эксмо, 2023. 64 с.
7. О Стратегии развития морской деятельности в РФ до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации № 1930-р от 30.08.2019 г. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_332557/ (дата обращения: 20.02.2023).
8. Об особо охраняемых природных территориях: федеральный закон Российской Федерации № 33-ФЗ от 14.03.1995 г. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/ (дата обращения: 23.02.2023).
9. *Сычев С.Л.* Комплексное освоение прибрежной зоны Черного моря – важнейший фактор ее устойчивого развития: автореф. дис. … канд. геогр. наук: 25.00.24 / Сергей Леонидович Сычев. Краснодар, 2006. 27 с.
10. *Кропинова Е.Г., Афанасьева Э.П.* Устойчивое развитие прибрежных территорий как основа комплексного управления прибрежными зонами // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2014. № 1. С. 140-148.
11. *Чебаненко А.С., Одаренко Т.Е.* Проблемы туристско-рекреационного освоения Республики Крым на современном этапе // Таврический научный обозреватель. 2016. №12-1 (17). С. 110-112.
12. *Синицына М.К.* Рекреационные ресурсы Крыма: проблемы и перспективы развития // Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее: сборник тезисов участников V Международного студенческого строительного форума – 2021. Симферополь, ООО Ариал, 2021. С. 195-197.
13. *Гамаюнов О.А.* Керченский полуостров в разрезе туристической сферы Республики Крым // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 2. С. 235-245.
14. *Сытник Н.А.* Экологические проблемы и перспективы рыбохозяйственного использования озера Донузлав в современных условиях // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2021. № 4. С. 81-98.
15. Сайт Филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Администрация морских портов Черного моря». URL: https://www.bsamp.ru/index.php (дата обращения: 22.02.2023).
16. *Гамаюнов О.А., Потапова А.С.* Экологический туризм в особо охраняемых природных территориях Керченского полуострова // Морские технологии: проблемы и решения – 2022: сборник статей участников научно-практической конференции. Керчь, 2022. С. 287-291.
17. Сайт Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым. URL: https://meco.rk.gov.ru/ru/structure/1928 (дата обращения: 22.02.2023).
18. *Кирейчева Л. В., Лентяева Е. А.* Влияние сельскохозяйственного производства на

загрязнение водных объектов // Природообустройство. 2020. № 5. С. 18-26. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-5-18-27.

References:

1. Gorbunov R.V., Andreenko T.I., Kornijchuk Yu.M. Innovacionnyj potencial razvitiya pribrezhnyh territorij Kryma v ramkah realizacii strategii ustojchivogo razvitiya [Innovative potential of development of coastal territories of Crimea in the framework of implementation of sustainable development strategy]. *Sbornik tezisov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu Rossijskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta «Sovremennye problemy gidrometeorologii i monitoringa okruzhayushchej sredy na prostranstve SNG»* [Abstracts of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 90th anniversary of the Russian State Hydrometeorological University «Modern problems of hydrometeorology and environmental monitoring in the CIS»]. St. Petersburg, 2020, pp. 330-332. (In Russian).
2. *Model'nyj zakon ob ustojchivom upravlenii pribrezhnymi zonami. Sayt «Nacional'naya enciklopedicheskaya sluzhba»* [Model Law on Sustainable Coastal Zone Management. Site «National Encyclopedia Service»]. (In Russian). Available at: https://determiner.ru/termin/modelnyi-zakon-ob-ustoichivom-upravlenii-pribrezhnymi-zonami.html (accessed 20.02.2023).
3. Model Code of Conduct for European Lawyers. (In English). Available at: https://www.ccbe.eu/fileadmin/speciality_distribution/public/documents/DEONTOLOGY/DEON_CoC/EN_DEONTO_2021_Model_Code.pdf (accessed 20.02.2023).
4. Guideline on integrated coastal zone management in the Black sea. (In English). Available at: http://www.blacksea-commission.org/downloads/black_sea_iczm_guideline/black_sea_iczm_guideline.pdf (accessed 20.02.2023).
5. *Mezhdunarodnaya Konvenciya po predotvrashcheniyu zagryazneniya s sudov (Konvenciya MARPOL 73/78)* [International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78 Convention)]. St. Petersburg, AO CNIIMF Publ., 2017, 412 p. (In Russian).
6. Volukhina D.Ye. *Vodnyj kodeks Rossijskoj Federacii s izmeneniyami i dopolneniyami na 2023 god* [Water Code of the Russian Federation with amendments and additions for 2023]. Moscow, Eksmo Publ., 2023, 64 p. (In Russian).
7. Russian Federation. Decree of the Government of the Russian Federation № 1930-r of August 30, 2019, *O Strategii razvitiya morskoj deyatel'nosti v RF do 2030 goda* [On the Strategy for the Development of Maritime Activities in the Russian Federation until 2030]. (In Russian). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_332557/ (accessed 20.02.2023).
8. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 33-FZ of March 14, 1995, *Ob osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah* [On Specially Protected Natural Territories]. (In Russian). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/ (accessed 23.02.2023).
9. Sychev S.L. *Kompleksnoe osvoenie pribrezhnoj zony CHernogo morya – vazhnejshij faktor ee ustojchivogo razvitiya. Avtoref. diss. … kand. geogr. nauk* [Integrated development of the Black Sea coastal zone is the most important factor in its sustainable development. Cand. biol. sci. diss. abstr.]. Krasnodar, 2006, 27 p. (In Russian).
10. Kropinova E.G., Afanas'eva E.P. Ustojchivoe razvitie pribrezhnyh territorij kak osnova kompleksnogo upravleniya pribrezhnymi zonami [Sustainable development of coastal areas as a basis for integrated management of coastal zones]. *Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Estestvennye i medicinskie nauki* [Bulletin of the I. Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences], 2014, no. 1, pp. 140-148. (In Russian).
11. Chebanenko A.S., Odarenko T.E. Problemy turistsko-rekreacionnogo osvoeniya Respubliki Krym na sovremennom etape [Problems of tourist and recreational development of the Republic of Crimea at the present stage] *Tavricheskij nauchnyj obozrevatel'* [Taurian Scientific Observer],

2016, no. 12-1 (17), pp. 10-112. (In Russian).
12. Sinicyna M.K. Rekreacionnye resursy Kryma: problemy i perspektivy razvitiya [Recreational resources of the Crimea: problems and development prospects]. *Sbornik tezisov uchastnikov 5 Mezhdunarodnogo studencheskogo stroitel'nogo foruma – 2021 «Innovacionnoe razvitie stroitel'stva i arhitektury: vzglyad v budushchee»* [Collection of abstracts of the participants of the 5th International Student Building Forum – 2021 “Innovative Development of Construction and Architecture: a Look into the Future”]. Simferopol, OOO Arial Publ., 2021, pp. 195-197. (In Russian).
13. Gamayunov O.A. Kerchenskij poluostrov v razreze turisticheskoj sfery Respubliki Krym [The Kerch Peninsula in the context of the tourism sector of the Republic of Crimea]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2022, no. 2, pp. 235-245. (In Russian).
14. Sytnik N.A. Ekologicheskie problemy i perspektivy rybohozyajstvennogo ispol'zovaniya ozera Donuzlav v sovremennyh usloviyah [Environmental problems and prospects for the fishery use of Lake Donuzlav in modern conditions]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta.* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2021, no. 4, pp. 81-98. (In Russian).
15. *Sayt Filiala Federal'nogo gosudarstvennogo byudzhetnogo uchrezhdeniya «Administraciya morskih portov Chernogo morya»* [Site of the Branch of the Federal State Budgetary Institution “Administration of the Black Sea Sea Ports”]. (In Russian). Available at: https://www.bsamp.ru/index.php (accessed 22.02.2023).
16. Gamayunov O.A., Potapova A.S. Ekologicheskij turizm v osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah Kerchenskogo poluostrova [Ecological tourism in specially protected natural areas of the Kerch Peninsula]. *Sbornik statej uchastnikov nauchno-prakticheskoj konferencii «Morskie tekhnologii: problemy i resheniya – 2022»* [Collection of articles of participants of the scientific and practical conference “Marine technologies: problems and solutions – 2022”]. Kerch, 2022, pp. 287-291. (In Russian).
17. *Sayt Ministerstva ekologii i prirodnyh resursov Respubliki Krym* [Site of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Crimea.] (In Russian). Available at: https://meco.rk.gov.ru/ru/structure/1928 (accessed 22.02.2023).
18. Kirejcheva L.V., Lentyayeva Ye.A. Vliyanie sel'skohozyajstvennogo proizvodstva na zagryaznenie vodnyh ob"ektov [Influence of agricultural production on the pollution of water bodies] *Prirodoobustrojstvo* [Nature Engineering], 2020, no. 5, pp. 18-26. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Вынгра Анна Николаевна	ассистент кафедры экологии моря Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 maszosanny@mail.ru
Vyngra Anna Nikolaevna	Assistant of the Department of Marine Ecology Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 maszosanny@mail.ru

УДК 504.062 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.004**

Сытник Н.А.

ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАСПОЛОЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ

Аннотация. В статье рассматриваются природно-климатические условия Керченского пролива, Таманского и Керченского полуострова через которые проходит транспортный переход, соединивший Республику Крым с материковой частью РФ. В работе представлены данные по среднегодовым температурам, интенсивности осадков, направлениям, повторяемости и скорости ветров рассматриваемых районов – как факторов рассеивания выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от транспортных средств, вследствие эксплуатации Крымского моста. В статье приведены гидрологические и гидрохимические характеристики Керченского пролива, а также данные по инженерно – геологическим, гидрогеологическим условиям района, а также рельефу в зоне размещения транспортного перехода. В результате проведенных исследований было определено, что в районе расположения транспортного перехода наблюдаются опасные метеорологические явления, такие как штормовые ветра, навалы льда на мостовые опоры, туманы и обильные осадки, грозы и смерчи, которые могут затруднить эксплуатацию мостового перехода. Данные представленные в работе могут являться основой для оценки современного состояния окружающей среды в рамках экологического сопровождения проектов, а также последующего ледового и гидрометеорологического мониторинга в районе Крымского моста.

Ключевые слова: транспортный переход, Керченский пролив, Таманский полуостров, Керченский полуостров, природно-климатические условия, опасные метеорологические явления.

Sytnik N.A.

NATURAL AND CLIMATIC CHARACTERISTICS OF THE LOCATION OF THE KERCH STRAIT CROSSING

Abstract. The article considers the natural and climatic conditions of the Kerch Strait, the Taman Peninsula and the Kerch Peninsula through which passes the transport crossing that connects the Republic of Crimea with the Russian mainland. The paper presents data on average annual temperatures, intensity of precipitation, directions, frequency and speed of winds in the areas under consideration – as factors of dispersion of pollutants entering the atmospheric air from vehicles, due to the operation of the Crimean bridge. The article contains hydrological and hydrochemical characteristics of the Kerch Strait, and also data on engineering-geological, hydrogeological conditions of the area, and also relief, soils, flora and fauna in the area of location of the transport passage. As a result of these studies, it was determined that the area where the crossing is located is subject to dangerous meteorological phenomena, such as storm winds, ice piles on the bridge supports, fog and heavy precipitation, thunderstorms and tornados, which can hinder the operation of the bridge crossing. The data presented in the work can be the basis for the assessment of the current state of the environment within the environmental project support and the subsequent ice and hydrometeorological monitoring in the area of the Crimean bridge.

Keywords: transport crossing, Kerch Strait, Taman Peninsula, Kerch Peninsula, natural and climatic conditions, dangerous meteorological phenomena.

Введение. Строительство транспортного перехода через Керченский пролив было предусмотрено Федеральной целевой программой «Социально-экономическое развитие Республики Крым и г. Севастополя до 2020 года», утвержденной постановлением

Правительства РФ от 11 августа 2014 г. № 790 [1].

19 ноября 2015 года приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 925 были утверждены положительные заключения экспертной комиссии государственной экологической экспертизы, согласно которым проектная документация «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив» соответствует экологическим требованиям, установленным законодательством Российской Федерации в области охраны окружающей среды.

Строительство транспортного перехода позволило решить ряд задач направленных на снятие логистических и социально-экономических ограничений между Республикой Крым и материковой частью РФ. Что привело к повышению уровня мобильности населения, снижению себестоимости перевозок и транспортных издержек для грузоотправителей. Создало потенциал для интенсификации связей социального, межрегионального и хозяйственно-экономического характера, а также увеличения туристического потока в Республику Крым.

Первостепенной процедурой при планируемом освоении территории в рамках экологического сопровождения проектов строительства является оценка современного состояния территории.

Покомпонентная характеристика природной среды территории объекта дает возможность оценить ее природно-ресурсный и ассимиляционный потенциал для определения оптимальных экологически ориентированных решений по строительству объекта, его дальнейшей эксплуатации и принятии мер оперативного реагирования в случае чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера.

После ввода объекта в эксплуатацию необходим систематический контроль показателей и изучение динамики геосистем под воздействием факторов среды: антропогенных, биотических и абиотических, с исследованием наиболее значимых для составления прогнозной оценки природопользования и принятия решений для дальнейшего производственно-хозяйственного и иного освоения территории.

Цель исследования. Дать природно-климатическую характеристику района расположения транспортного перехода через Керченский пролив.

Материалы и методы исследования. Материалами для данного исследования являлись экологическая проектная документация объекта строительства [2, 3, 4], данные мониторинга ФГУП «АзНИИРХ» [5], а также фондовые материалы и статистические данные Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым.

Теоретической базой научной работы явились результаты исследований, содержащиеся в научных трудах Альбова В.С., Андрусова Н.И., Карлина Л.Н., Котлякова В.М., Кочурова Б.И., Лычака А.И., Трофимова А.М., Шестакова А.С. и др. [6-13].

Анализ изменчивости экстремальных гидрометеорологических характеристик в прибрежной зоне Керченского пролива проводился с использованием результатов мониторинга, представленных в монографии Дьякова Н.Н., Фомина В.В., Цвецинского А.С., Липченко А.Е., Лукина Д.В., Полозок А.А., Фоминой И.Н., Тимошенко Т.Ю., Белогудова А.А., Левицкой О.В., основанной, в свою очередь, на банке данных береговых наблюдений Севастопольского отделения Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова» (СО ФГБУ «ГОИН») [14].

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

Результаты исследования и их обсуждение. Изучаемый район размещения объекта располагается на территории двух субъектов Российской Федерации: Краснодарский край и Республика Крым. Восточная часть перехода располагается в Темрюкском районе

Краснодарского края, который расположен в северо-западной части края и занимает всю территорию Таманского п-ва. «Начало трассы транспортного перехода находится на Таманском п-ве в районе косы Тузла, в западном направлении от ближайшего населенного пункта ст. Тамань и в северном направлении от порта «Тамань». Транспортный переход пролегает по пятикилометровой дамбе и через полуторакилометровую «протоку» выходит на о. Тузла. На территории о. Тузла проектируемая трасса проходит преимущественно по юго-западному берегу острова на протяжении 6,5 км. Затем, пересекая Керчь-Еникальский канал в направлении города Керчь и огибая с севера м. Ак-Бурун, трасса выходит на крымский берег в микрорайоне Цементная Слободка города Керчь» [1] (рис. 1). Длина морского участка от о. Тузла до г. Керчь составляет 5,5 км. Общая длина транспортного перехода – 19 км, что относит Крымский мост к самым продолжительным мостам РФ. Крымский мост включает автодорожный и железнодорожный транспортный переход, организованный под автомобильное и железнодорожное движение [1, 2, 3].

Рисунок 1 – Район размещения транспортного перехода через Керченский пролив

Крымский мост, проходящий через важную судоходную магистраль – Керченский пролив, является одним из самых сложных гидротехнических объектов строительства в России в связи с непростыми для строительства и эксплуатации объекта условиями в проливе: опасные гидрометеорологические условия и сложное геологическое строение (район потенциально высокой сейсмической активности, мощного слоя илистых отложений, грязевого вулканизма) [14].

Социально – экономическая значимость транспортного перехода через Керченский пролив велика и неоспорима и ранее достаточно широко была представлена в литературных источниках и средства массовой информации [1, 2, 3, 4, 14, 15]. Значительно меньше публикаций посвящено оценке природно-климатических условий, учет которых необходим как при оценке воздействия на окружающую среду транспортного перехода на этапах планирования, строительства, эксплуатации, так и при определении влияния природных факторов среды на эксплуатационные характеристики объекта.

Представляет научный интерес рассмотреть природные процессы, представляющие опасность для эксплуатации объекта, в частности ледовые условия Керченского пролива,

поскольку в истории региона имеется отрицательный опыта эксплуатации предыдущего мостового перехода. В 1944 году без учета ледовых условий был построен переход в северной узости Керченского пролива, однако в январе следующего года он был разрушен вследствие воздействия интенсивного дрейфа ледовых полей из Азовского моря.

Таким образом, оценка природно-климатических условий исследуемого района, необходима как на проектном этапе для определения технически грамотных конструктивных особенностей строительства, так и эксплуатационном – для успешной эксплуатации транспортного перехода в дальнейшем.

На Таманском п-ове по данным метеостанции «Тамань» показатели среднегодовой температуры воздуха составляют 11,2 °С, количества дней с температурой воздуха выше 10°С – в среднем 208, средней многолетней температуры наиболее холодного месяца (январь) – минус 2,4 °С, а наиболее теплого (июль) – 23,2 °С.

В районе действуют ветра всех направлений, обуславливающие резкие смены погоды. Преобладает восточный ветер со средней скоростью 6,5 м/с, максимальной 26 м/с.

Годовое количество осадков в районе 479 мм. Максимум осадков приходится на холодное полугодие, минимум – на теплое. Количество дней с осадками составляет 112 дней. По месяцам число дней с осадками составляет от 10,2 – 12,9 в холодное время года до 4,6 – 9,9 дней в теплое время.

По данным метеостанции «Керчь» показатель среднего многолетнего количества осадков на Керченском полуострове составляет 435 мм. Наименьшее среднее количество осадков выпадает в холодный период (25-35 мм в месяц), в теплый период выпадает 40-60 мм в месяц. Снежный покров появляется в конце октября. Большей частью снежный покров в зимний период отсутствует. В феврале-марте высота может составить 10-12 см.

В районе Керчи «в течение года преобладают ветра восточного и северо-восточного направлений, повторяемость которых составляет зимой 30-40 %, весной и летом – от 25 до 35%, осенью увеличивается до 45 %. В летний период отмечено преобладание ветров западного и северо-западного направлений, имеющие повторяемость 31 % и 35 % соответственно. В период с апреля по июль преобладают южные (22-25 %) и юго-западные ветра (15-18 %). В течение года наибольшей скоростью обладают северо-восточные ветра – 16 м/с» [2].

Керченский пролив. Климат района пролива является степным, умеренно-теплым с сухим летом. Район характеризуется мягкой влажной зимой и теплым влажным летом со среднегодовой температурой воздуха 11°С, максимальной 33-37°С, минимальной – минус 9-13°С. В среднем более 200 дней длится безморозный период, который увеличивается до 290 дней в теплые годы. В среднем, за зиму морозных дней без оттепели в проливе бывает не более 15-20, в очень суровые зимы – 40-45. Суровые зимы наблюдаются в среднем 1 раз в 5 лет, умеренные – 1 раз в 2 года, мягкие – 1 раз в 4 года.

Средняя интенсивность осадков в январе – 0,47 мм/ч, в июле – 1,17 мм/ч. Максимальное количество осадков в Керчи летом может наблюдаться в июле, возможно выпадение 200 мм осадков.

Северо-восточная часть Черного моря является одной из энергонесущих зон Азово-Черноморского бассейна и по отношению к другим районам Черного моря характеризуется наиболее интенсивной штормовой деятельностью.

В районе отмечено преобладание восточных и северо-восточных ветров с октября по апрель. Показатель суммарной повторяемости этих двух направлений в Керчи зимой составляет 36 %, весной и осенью несколько ниже – 31 %; в октябре 25 %. В летний период господствующими направлениями становятся северо-западное, западное и юго-западное, с большей повторяемостью западного и северо-западного в июле 32-38 %.

В течение года наибольшей скоростью обладают северо-восточные и восточные ветра – 14 м/с, в теплый период наблюдается усиление западного и юго-западного ветра.

Фоновое состояние атмосферного воздуха. Фоновые концентрации загрязняющих

веществ в атмосферном воздухе района до строительства транспортного перехода характеризовались следующими значениями (мг/м^3): для станицы Тамань: взвешенные вещества – 0,254, диоксид серы – 0,013, оксид углерода – 2,5, диоксид азота – 0,083, оксид азота – 0,043; для г. Керчь (скорость ветра 0-2 м/с, любое направление): взвешенные вещества – 0,17317, оксид углерода – 2,36006, диоксид азота – 0,11512, диоксид серы – 0,01660, оксид азота – 0,04742.

Гидрография. Характер водообмена в морских проливах определяется глубиной, рельефом дна, формой берегов пролива. В морских проливах часто встречаются одновременно два водотока в одну и другую стороны, стратифицированные по солености и температуре. В Керченском проливе такой процесс не формируется, пролив является мелководным нестратифицированным проливом, в котором водообмен осуществляется попеременно то в одну, то в другую сторону.

Общая площадь Керченского пролива «составляет 4,56 км^2, объем – около 4,56 км^3. В различных районах меняется ширина пролива от 3,7 до 42 км, длина по прямой 43 км, по фарватеру 48 км. Наибольшие глубины – 10,5 м на севере и 18 м на юге на входе в пролив. Глубина пролива постепенно уменьшается к его середине, на большей части составляя 5,5 м» [2].

Температурные показатели воды в Керченском проливе характерны для мелководных районов морей умеренных широт. В январе наблюдаются минимальные средние температуры поверхностных вод, в марте – придонных. Прогрев воды и формирование сезонного термоклина начинается в марте. Максимальные температурные показатели воды приходятся на август. Средние значения температуры воды в поверхностном слое приходятся на июль – август и изменяются в пределах 24 – 25°С.

На эксплуатацию транспортного перехода существенное влияние оказывает ледовый режим, который в Керченском проливе является весьма нестабильным.

По данным Дьякова Н.Н., Фомина В.В., Цвецинского А.С. и др. «по особенностям ледового режима Керченский пролив условно можно разделить на три части, границей между которыми является коса Тузла:

– Южная часть Керченского пролива – наименее ледовитый район, вследствие преобладания влияния Черного моря.

– Северная часть пролива – ледовый режим определяется приносным льдом из Азовского моря.

– Таманский залив – самый ледовитый район пролива, характеризующийся ежегодным появлением льда» [14].

В умеренные и суровые зимы может складываться наиболее сложная обстановка льдообразования в районе Крымского моста.

Значительно позже, чем в Азовском море ежегодно наблюдается появление льда в Керченском проливе, что обусловлено его более южным положением, а также водообменном с более теплыми водами Черного моря. При этом северная часть пролива до косы Тузла является наиболее ледовитой.

Средний показатель максимальной «толщины ледяного покрова отмечены в конце февраля – марте и составляет примерно 20-25 см. В суровые зимы толщина ровного припайного льда может достигать 40-60 см» [14]. Динамика ледовитости в Керченском проливе представлена на рисунке 2.

Наиболее тяжелая ледовая обстановка в проливе приходится на суровые зимы. За период 1924-2018 гг. в районе было зафиксировано 14 суровых зим, что составляет 15 % от общего числа всех зимних сезонов. В такие зимы сплоченность льда в районе расположения мостового перехода увеличивается до 7-10 баллов. «Ледовитость Керченского пролива в последней декаде января – феврале суровых зим в среднем составляет 685 км^2 (т. е. льдами покрыто около 85 % акватории)» [14], представлена на рисунке 3.

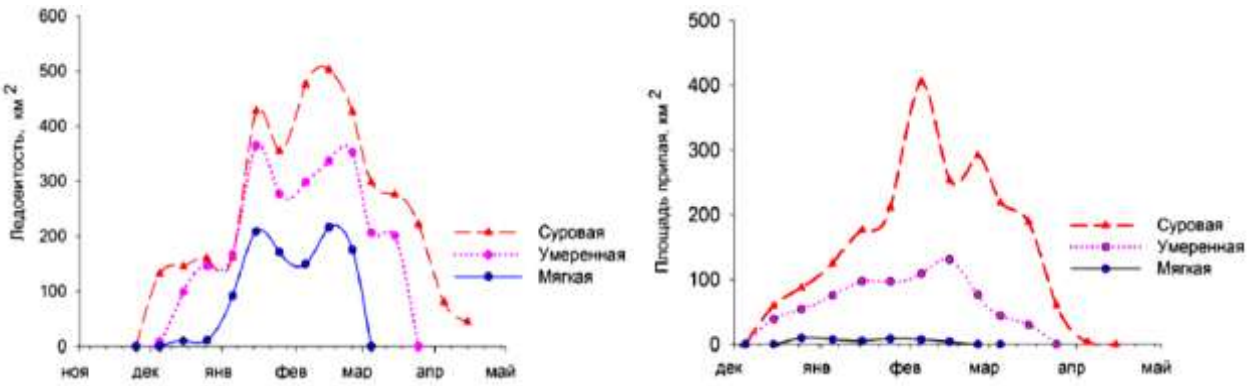


Рисунок 2 – Осредненная подекадно ледовитость (км^2) и площадь припая (км^2) в Керченском проливе за 1950-2018 гг. [14]

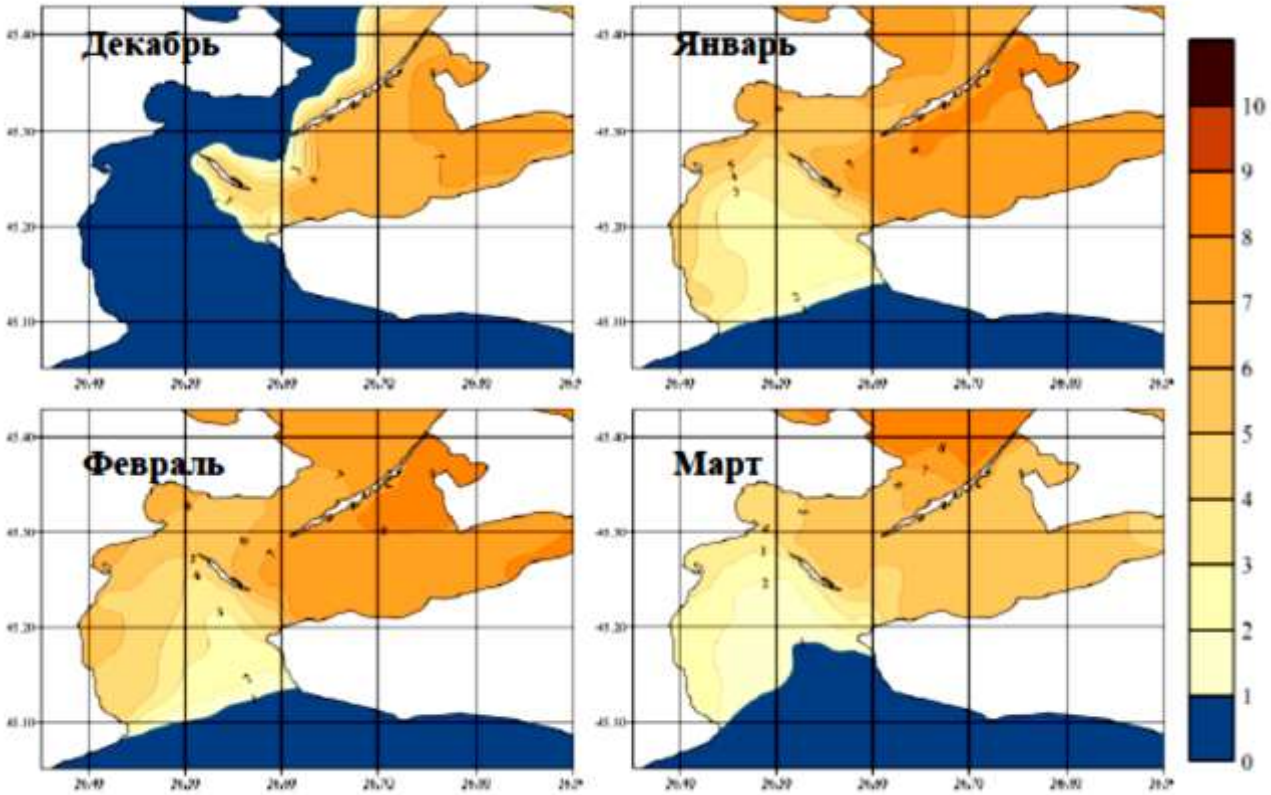


Рисунок 3 – Сплоченность льда (в баллах) в Керченском проливе в суровые зимы за 1947-2018 гг. [14]

Однако, стоит отметить, что в настоящее время экстремальные ледовые условия в Керченском проливе наблюдаются редко. Последняя суровая зима в Азово-Керченском бассейне была 35 лет назад (в 1987 г.). В последние 45 лет (1977-2022 гг.) наибольшую повторяемость (56 %) имеют мягкие зимы (рис. 4).

Период проектирования и строительства транспортного перехода – с 2014 по 2019 гг. характеризовался мягкими зимами в Азово-Керченском регионе, причем в периоды «2014-2015, 2015-2016, 2018-2019 гг. зимы были аномально теплыми, вследствие чего, лед в Керченском проливе, южной части Азовского моря не образовывался совсем» [14].

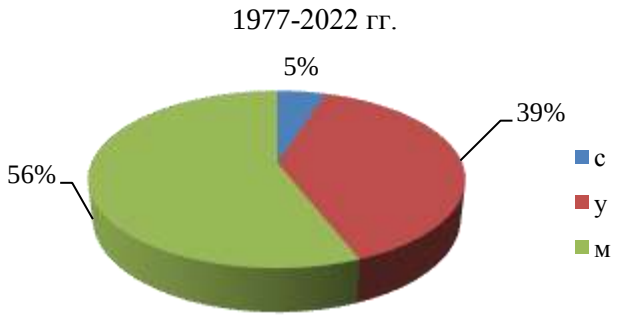


Рисунок 4 – Повторяемость (%) различных типов зим в 1977-2022 гг. в Керченском проливе (с – суровая, у – умеренная, м – мягкая) [14]

Исключение составила зима 2016-2017 гг. «когда расчетная величина суммы отрицательных температур воздуха в этот ледовый сезон на севере Азовского моря и в Таганрогском заливе составила ниже -200 °С, и была несколько меньше порогового критерия (-200…-400 °С) для классификации зимы по типу умеренной, что способствовало интенсивному ледообразованию в этих районах моря» [14], что создавало угрозу временным конструкциям, возведенным при строительстве транспортного перехода. Сложившиеся условия создали необходимость проведения ледового мониторинга СО ФГБУ «ГОИН», основанном на визуальных береговых наблюдениях за ледовой обстановкой; аэрофотосъемке с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА); спутниковом мониторинге. Также проводились инструментальные измерения ледовых характеристик в проливе, отбор проб и проведение испытаний физико-механических свойств морского льда (рис. 5).

Рисунок 5 – Схема пунктов наблюдения за ледовой обстановкой во время экспедиционных работ по ледовому мониторингу в 2016-2017 гг. [14]

По данным Дьякова Н.Н., Фомина В.В., Цвецинского А.С. и др. «с 27 января 2017 г., над акваторией Азовского моря произошло резкое понижение температуры воздуха (от -10,0 °С до -6,0 °С), сопровождающееся сильным ветром северо-западного направления, в результате чего наблюдались процессы интенсивного выхолаживания поверхностного слоя воды и понижения его температуры до точки замерзания. Спутниковые данные показывали, что после завершения процессов выхолаживания поверхностных вод в течение недели, при температурах воздуха от -1,0 °С до -8,0 °С градусов, произошло интенсивное образование льда, охватившее к началу февраля большую часть Азовского моря. Практически за неделю

(с 23 по 31 января 2017 г.) вся акватория моря, включая Керченский пролив, оказалась покрыта льдом (первичными формами). Такое быстрое образование льда в Азовском море наблюдается в редких случаях» [14].

С 8 февраля по 12 февраля 2017 г. в Азовском море наблюдалось повсеместное льдообразование, которое было связано с резким понижением температуры воздуха и влиянием сильного ветра (8-12 м/с) северо-восточного направления (рис. 6).

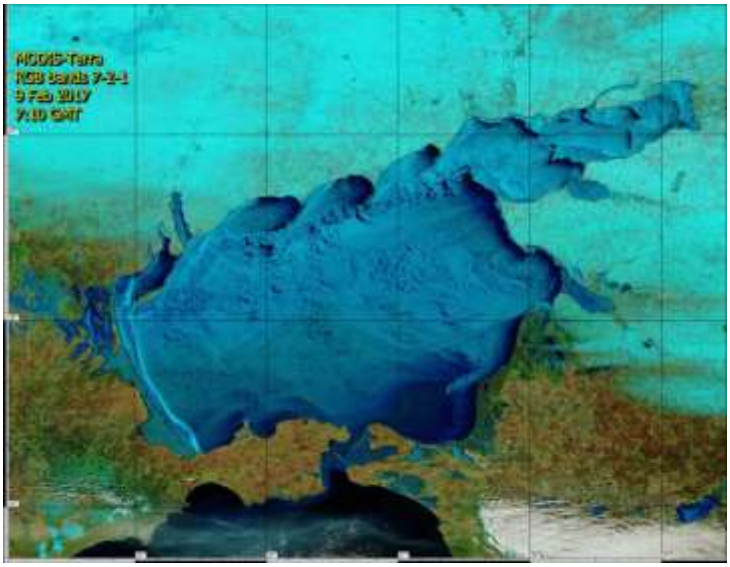


Рисунок 6 – Ледовая обстановка в Азовском море и Керченском проливе на 09.02.2017 г. по данным съемки с искусственного спутника Земли (ИСЗ) MODIS TERRA [14]

Наиболее тяжелые ледовые условия сложились в проливе с 10 по 15 февраля 2017 г., когда Азовское море было практически полностью покрыто льдом, который под действием северо-восточного ветра активно дрейфовал в южном направлении (рис. 7).

Рисунок 7 – Ледовая обстановка в Керченском проливе 11 февраля 2017 г. (съемка с ИСЗ SPOT в видимом диапазоне спектра) [14]

«Наблюдалось затрудненное пропускание льда через межсвайное пространство на всем протяжении перехода, с характерным нарезанием льда на прямоугольные фрагменты под

напором ледяных полей с севера (рис. 8), что приводило к усилению нагрузки на сваи гидротехнических сооружений временного мостового перехода и требовало проведения непрерывных мониторинговых наблюдений с помощью БПЛА во избежание повреждений временных сооружений моста» [14].

Рисунок 8 – Затрудненный проход льда через опоры РМ-2 мостового перехода 11.02.2017 г. (верхнее фото – вид с БПЛА)

«За весь ледовый период 2017 г. максимальная толщина льда, зафиксированная в прибрежных районах Керченского пролива и его северной узости со стороны Керченского полуострова, не превысила 17 см, изменяясь в среднем от 15 до 16 см в наиболее благоприятный период для льдообразования – второй декаде февраля» [14].

Мониторинг, проводимый в Таманском заливе, показал, что «максимальная измеренная толщина неподвижного льда 12.02.2017 г. в районе причала острова Тузла составила 14 см и достигла критической опасной величины для временных сооружений моста. В период с 11 по 17 февраля 2017 г. средняя толщина льда (припая) в Таманском заливе составляла 13 см и была меньше критической величины» [14].

Соленость вод Керченского пролива, вследствие преобладания в течение года азовского потока, зависит от годового хода солености Азовского моря. Минимальные показатели солености отмечены в июне в поверхностных водах (в придонных в апреле и октябре). Максимальные показатели солености в среднем приходятся на январь и ноябрь – в период ослабления азовоморского потока.

Как отмечает Цыбульский И.Е., «вертикальное распределение солености на большей части акватории весьма однородно, что объясняется мелководностью, а, следовательно, приводит к полному ветро-волновому перемешиванию всей толщи вод уже при умеренной скорости ветра. Несмотря на наличие больших горизонтальных градиентов солености, в большинстве случаев вертикальные профили солености существенно выравниваются уже на небольшом расстоянии от зоны непосредственного контакта смешиваемых вод» [2].

Уровень моря. В Керченском проливе имеют место сезонные колебания уровня моря размах которых достигает примерно 25 см. «Наибольшие изменения уровня в течение года в северной части пролива отмечаются в январе-феврале, а в южной части – в феврале-марте и обусловлены значительной штормовой деятельностью ветра в указанных районах в эти периоды года. Наименьшие колебания уровня моря в Керченском проливе приходятся на август – сентябрь» [2].

Многолетняя изменчивость уровня моря, связана, главным образом, с изменчивостью речного стока Азово-Черноморского бассейна, и сгонно-нагонными колебаниями вследствие действия сильных ветров, преимущественно северо-восточной направленности, поскольку отличается наибольшей повторяемостью, силой и продолжительностью. «Наиболее опасные условия для возникновения катастрофических подъемов уровня моря в проливе создаются при такой синоптической ситуации, когда у северного побережья Азовского моря наблюдаются северные ветры, у северо-западного побережья – северо-западные ветры, а на юге моря – западные. Границей распространения возмущений уровня, обусловленных сгонно-нагонными явлениями в Азовском море, является северная узость Керченского пролива. Часть пролива, находящаяся южнее, находится под влиянием колебаний уровня в Черном море» [2].

Течения и водообмен в проливе. На формирование течений Керченского пролива оказывают влияние такие факторы, как поле ветра и разность уровней моря на концах пролива, связанной со сгонно-нагонными колебаниями уровня и различиями в пресном балансе Черного и Азовского морей.

«Вертикальная эпюра течений является однонаправленной в узких частях пролива и характеризуется значительной изменчивостью в широких его частях. При северо-западных и юго-восточных ветрах, когда влияние перекоса уровня моря на границах пролива за счет сгонно-нагонных колебаний в бассейнах Черного и Азовского морей минимально, следует ожидать образования в широких частях пролива двунаправленной по вертикали структуры течений, как это обычно имеет место в приглубых прибрежных областях моря. Двунаправленная по вертикали структура течений может образоваться и при быстрой смене направления ветра над проливом. Расчеты показывают, что максимальные скорости течений наблюдаются в районе северной узости. При ветре силой 7 м/с, когда перекос уровня между границами канала наибольший, течения здесь достигают величины 60 – 70 см/с. Менее значимые максимумы скорости течений отмечаются также в районах Павловской узости и Тузлинской промоины (до 35 и 25 см/с, соответственно). Минимальные скорости течений (до 10 см/с) наблюдаются в Таманском заливе и в южной части Керченского пролива, обладающей более значительными глубинами и шириной. По направлению отчетливо выделяются три типа течений: азовское; черноморское; смешанное. Циркуляция вод в проливе имеет значительную межгодовую и сезонную изменчивость» [2].

Гидрохимический режим и качество поверхностных вод. В летний период 2015 г. были проведены инженерно-экологические изыскания, в рамках которых были отобраны пробы морских вод в акватории Керченского пролива, участках дноуглубления и в местах складирования грунта на акватории, а также природных вод на технологических площадках и временных дорогах. На акватории Керченского пролива по коридору перехода были отобраны 12 проб морских вод и для репрезентативного сравнения 6 фоновых проб с двух горизонтов, поверхностного и придонного.

Результаты качественного химического анализа показали, что 77 % отобранных проб

принадлежат к умеренно загрязненному классу вод. Загрязненные воды отмечены в пяти точках, что связано с близким расположением точек к берегу п-ова Керчь и о. Тузла.

На технологических площадках «Коса», «Остров 2», «Остров 3» и «Керчь-1» результаты химического анализа отобранных природных вод показали, что 68 % проб принадлежат к водам, которые классифицируются как «грязные», 32 % – «загрязненные». Во всех исследуемых пробах наблюдается превышение ПДК фенолов.

В соответствие с расчетом индекса загрязненности воды (ИЗВ) вода во всех исследуемых пробах классифицируются как IV класс «Загрязненные».

Геологическое строение и гидрогеологические условия участка размещения объекта.

Уникальное залегание четвертичных отложений, согласующееся с геологическим строением неогенового структурного этажа являются особенностью геологического строения Керченского пролива и прилегающих территорий.

Описание геологического строения по проектируемой трассе приведено для пяти характерных участков.

Таманский полуостров. На участке примыкания косы Тузлы к Таманскому п-ову в основании разреза на абсолютных отметках минус 2 – минус 10 м залегают породы сарматского яруса верхнего миоцена, представленные монотонной толщей глубоководных глин, темно-серых, обычно неизвестковистых, преимущественно твердых и полутвердых. В составе глинистых минералов преобладают гидрослюды. Общая мощность комплекса по литературным данным около 180-200 м. Данные отложения перекрываются толщей новочерноморских отложений, представленных песками разной зернистости и ракушечником с тонкими линзами и прослоями ила. Мощность отложений достигает 2-3 м.

Коса Тузла. В 2003 году от корневой части косы была отсыпана искусственная насыпь – дамба. Каменно-набросный материал дамбы состоит в основном из мшанковых кремнистых известняков Таманского полуострова. «Размер материала – от валунов до алевритовых фракций. Общая протяженность дамбы составляет 3780 м, ширина подводной части – 44-48 м, надводной – 20-28 м, превышение дамбы над урезом воды – 3,0-3,5 м. Создание такого крупного техногенного объекта повлияло на характер и направленность геоморфологических и литодинамических процессов в береговой зоне как самой Тузлинской косы, так и прилегающих участков берега Таманского полуострова и акватории Керченского пролива. Вокруг дамбы в настоящее время формируются аккумулятивные тела в виде кос и пляжей» [14].

Результаты исследований донных отложений после строительства дамбы в районе острова Коса Тузла представлены на рисунке 9 [14].

В основании разреза на абсолютных отметках минус 15 – минус 75 м залегают темно-серые преимущественно твердые и полутвердые глины сарматского яруса верхнего миоцена, в которых встречаются тонкие прослойки песка мелкой и средней крупности. На всем протяжении косы Тузла сарматские отложения перекрываются ранне-среднеголоценовыми лагунно-морскими отложениями древнечерноморского возраста, представленными глинами текуче-, мягко- и тугопластичными с тонкими прослоями суглинков мощностью до 50-55 м.

В центральной и проксимальной части косы Тузла между отложениями неогена и лагунно-морскими древнечерноморскими отложениями залегает толща аллювиальных песков достаточно большой мощности с прослоями глин и суглинков текуче- и мягкопластичной консистенции. Мощность отложений достигает 25-30 м. На всей протяженности косы отложения древнечерноморского возраста перекрываются новочерноморской толщей, сложенной песками различной зернистости с ракушечным детритом, мощностью 5-10 м.

Участок от конца Тузлинской косы до северо-западной оконечности о. Тузла. В основании разреза – породы сарматского яруса верхнего миоцена, представленные темно-серыми твердыми и полутвердыми глинами с тонкими песчаными прослойками, представленными в основном песком мелким и средней крупности, абсолютные отметки

кровли от минус 53 до минус 62 м. Выше залегает толща аллювиальных отложений, представленная преимущественно мелкими и средними кварцевыми песками мощностью 5 – 20 м, минералогический состав легкой и тяжелой фракции которых характерен и для современного аллювия Дона вблизи его устья. В подошве аллювия прослеживается маломощный базальный горизонт песков с галькой и битыми, часто окатанными раковинами.

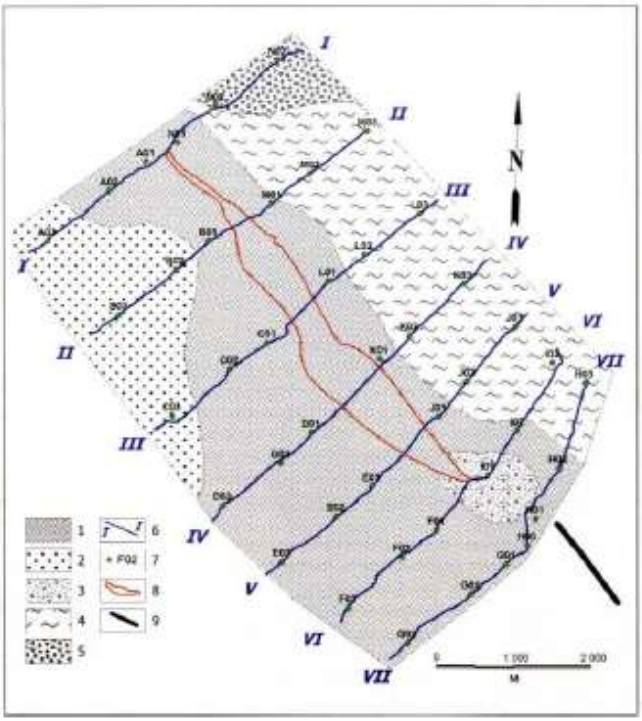


Рисунок 9 – Карта-схема литологического состава верхнего слоя (0-10 см) донных отложений в районе о. Коса Тузла после строительства дамбы в 2003 г. [14]

Данная толща перекрывается аллювиальными глинами, от текучепластичных до полутвердых с прослоями суглинков ранне-среднеголоценовой древнечерноморской толщи, в составе которой существенно преобладают темно-серые текучие и текучепластичные глины. Мощность отложений от 30 до 50 м. Данная толща перекрывается голоценовыми новочерноморскими отложениями, представленными песками различной зернистости с ракушей и ракушечным детритом, мощностью 5-10 м.

Керченский пролив. В основании разреза на абсолютных отметках минус 1 – минус 55 м залегают темно-серые полутвердые глины сарматского яруса верхнего миоцена. Выше залегают верхнеплейстоценовые аллювиальные раннесурожские отложения, представленные песками, кварцевыми, ожелезненными, в подошве с гравием и галькой, мощностью 5-10 м. Данная пачка перекрывается ранне-среднеголоценовыми древнечерноморскими отложениями, представленными серыми и темно-серыми глинами и суглинками различных консистенций. Мощность толщи 5-20 м.

Как отмечает А.А. Никонов «в районе Керченского пролива возможно проявление таких опасных геологических процессов как: оползневые явления; грязевый вулканизм; повышенная сейсмичность» [15]. По данным Д.Б. Панова и Е.О. Спиридоновой «на побережье пролива расположено 45 оползней, из них полностью или частично активных – 32 оползня» [16].

По данным ряда исследователей Керченский пролив расположен в районе высокой сейсмической активности [15, 16]. «За 2,6 тыс. лет в районе пролива интервал внезапных разрушительных землетрясений с магнитудой M≥6 и близостью очага землетрясений к берегам пролива составил 300 ± 50 лет. Последнее землетрясение отмечалось в 1751 г. (272

года назад), т.е. в ближайшие 100 лет не исключено возникновение нового землетрясения» [14].

Морфолитодинамические процессы береговой зоны и дна Керченского пролива «определяются в основном действием ветровых волн, течений и колебаний уровня моря на различных временных масштабах; и характеризуются значительной активностью, проявляющейся в переработке профиля подводного берегового склона и конфигурации береговой линии, а также в интенсивной заносимости каналов и портовых акваторий» [17].

Анализ космических съемок, представленный в работе Иванова В.А., Кушнира В.М. и Федорова С.В., позволяет сделать вывод, что «поверхность морского дна в Керченском проливе представлена в основном слабонесущим грунтом (песок, жидкий ил), и при этом возможны значительные скорости постоянных и волновых придонных течений» [18]. «При взаимодействии этих течений с поверхностью дна формируются сложные поля скорости и давления в виде вихреволновых структур и мелкомасштабной турбулентности. При определенных условиях эти поля могут воздействовать на донный материал таким образом, что он начинает перемещаться вдоль поверхности дна и подниматься вверх, формируя профили взвешенных наносов. Эти процессы приводят к изменению структуры дна, причем в непосредственной близости от его неровностей могут формироваться глубокие промоины или зоны аккумуляции грунта» [14].

На рисунке 10 представлена схема потоков наносов, питающих аккумулятивные тела пролива, по данным Шуйского Д.Ю. [19]. Обращает внимание, что потоки наносов идут от каждого из входных мысов Керченского пролива и строят характерные аккумулятивные формы. В работе Болдырева В.Л. [20] отмечено, что «относительно устойчивой является коса Чушка».

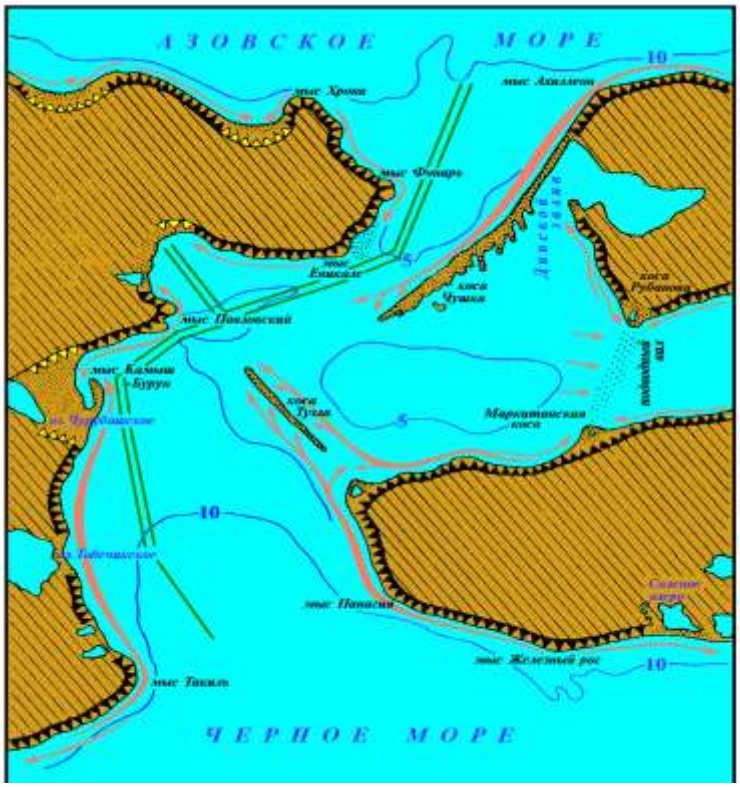


Рисунок 10 – Основные потоки наносов в Керченском проливе по [21]

Керченский полуостров. Нижнюю часть разреза формируют породы сарматского яруса верхнего миоцена, представленные темно-серыми твердыми и полутвердыми глинами,

абсолютные отметки кровли – от минус 10 до минус 5 м. Отложения перекрываются элювиальными неогеновыми глинами мощностью 5-7 м. Выше залегают голоценовые оползневые отложения, представленные серыми и пестроцветными перемятыми глинами.

В соответствии с результатами инженерных изысканий в поверхностном слое донных осадков зафиксировано повышенные содержания ртути, кадмия и нефтепродуктов.

Из экзогенно-геологических процессов в Керченском проливе на участке проектируемого сооружения отмечаются: донный размыв и аккумуляция насосов, миграция наносов, биогенная аккумуляция ракуши, абразия берегов, засоление. На берегах пролива отмечаются оползни, осыпи, оврагообразование, дефляция, выветривание.

Дефляция проявляется в основном на морских берегах, на незакрепленных растительностью участках, в том числе на пляжах. В результате дефляции могут образовываться прибрежные дюны небольшой высоты (не более 2 м).

На отдельных участках Крымского берега Керченского пролива проявляются оползневые процессы. Здесь имеются как активные оползни, так и участки древних стабилизировавшихся оползней. Так, в месте выхода трассы проектируемого мостового перехода на Крымский п-ов, расположено два оползневых цирка, условно названные северным и южным.

Северный оползневой цирк полукруглой формы имеет ширину от 30 до 60 м, расстояние от бровки срыва до окончания языка оползня составляет до 100 м. Язык оползня достигает моря и размывается в результате абразионных процессов, образуя уступ высотой 1,5-2 м. Основное тело оползня, создавшее цирк, имеет глубину заложения поверхности скольжения 10-12 м, выходя примерно на урез моря. Внутри этого оползневого тела имеются признаки оползания. Оползни второго порядка имеют глубину заложения 5-6 м. Скольжение происходит по относительно обводненным зонам в элювии сарматских глин.

Южный оползневой цирк также имеет полукруглую подковообразную форму, его ширина от 20 до 45 м. Расстояние от бровки срыва до языка оползня составляет около 50-60 м. Язык оползня не достигает моря, остановившись на берегозащитной отсыпке на высоте около 2-3 м над урезом. Высота берегового уступа – 2-3 м, крутизна – до 90°, подножье сложено глыбами известняка, защищающими берег от размыва. Основное оползневое тело имеет глубину заложения 6-8 м, поверхность скольжения находится на 3-4 м выше уреза моря. Возможны также проявления оползневых процессов более мелкого заложения. Скольжение происходит по относительно обводненным зонам в элювии сарматских глин.

Абразия в районе работ проявляется на берегах с различной степенью интенсивности. Кроме абразии берегов в проливе также происходит донный размыв (подводная эрозия).

Согласно карте общего сейсмического районирования Российской Федерации ОСР-97-А, территория перехода расположена в зоне сейсмичности 8 баллов; ОСР-97-В – в зоне с 5 % – 8 баллов; ОСР-97-С – в зоне с 1 % – 9 баллов (рис. 11, 12).

В инженерно-геологическом разрезе выделено 20 инженерно-геологических элементов (ИГЭ). По результатам лабораторных определений коррозионной агрессивности грунтов к строительным материалам в пределах трассы мостового перехода грунтовая среда до глубины 90 м характеризуется как достаточно агрессивная по отношению к строительным материалам.

Гидрогеологические условия района работ определяются наличием как грунтовых, так и напорных подземных водоносных горизонтов, приуроченных к отложениям четвертичного возраста.

Согласно Заключениям отдела геологии и лицензирования по Краснодарскому краю Департамента по недропользованию по Южному федеральному округу Федерального агентства по недропользованию и Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым на земельных участках транспортного перехода, расположенных на территории Темрюкского района Краснодарского края и города Керчь, зарегистрированные месторождения твердых полезных ископаемых и углеводородного сырья отсутствуют.

Рисунок 11 – Карта общего сейсмического районирования Российской Федерации

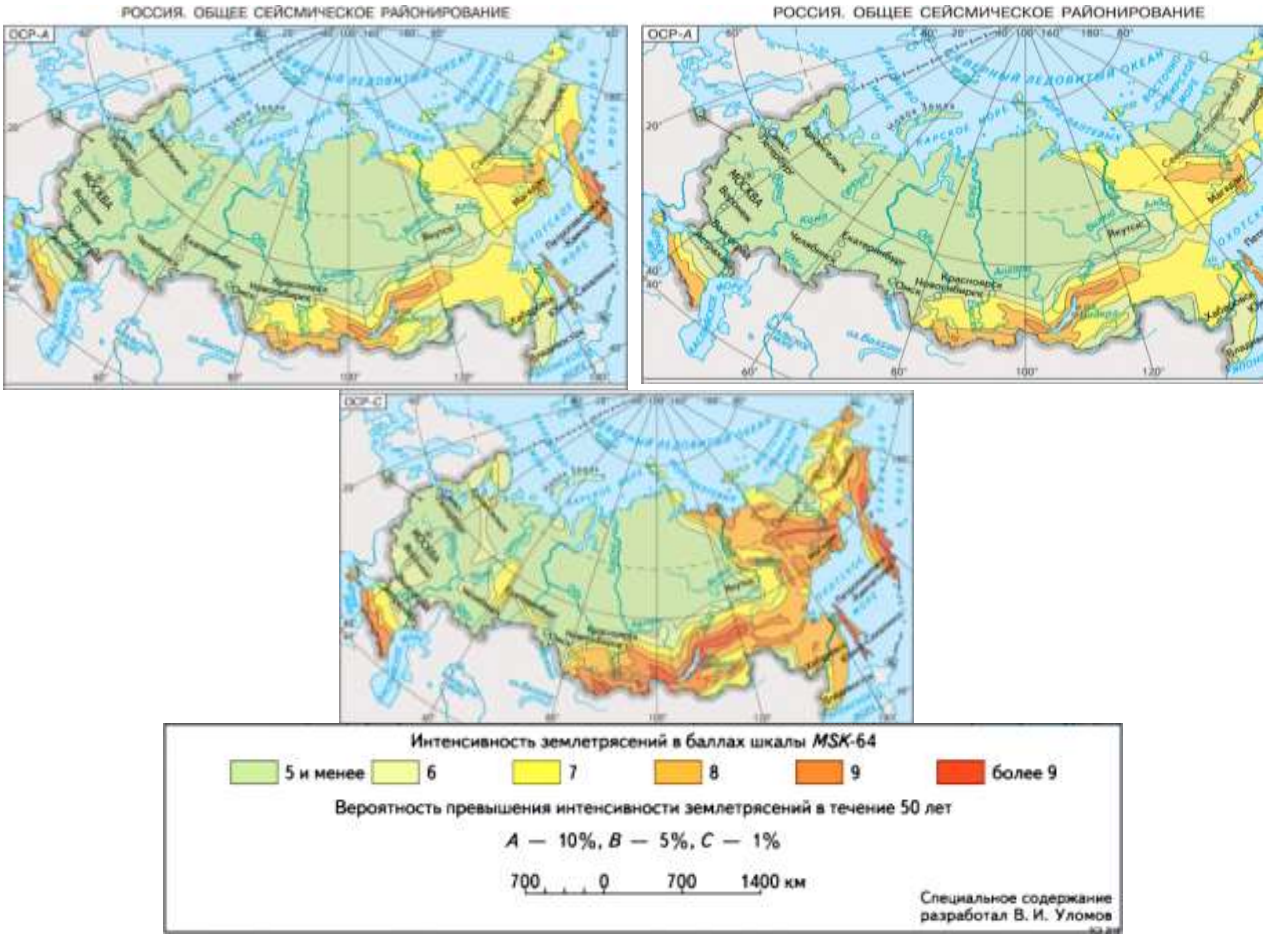


Рисунок 12 – Карты общего сейсмического районирования Российской Федерации ОСР-97-А, ОСР-97-В, ОСР-97-С

Опасные метеорологические явления. Данные по опасным гидрометеорологическим явлениям в Азовском и Черном морях содержатся во многих научных трудах и справочно-режимных пособиях [21-25]. Анализ многолетней и сезонной изменчивости, наиболее

значимых для эксплуатации транспортного перехода гидрометеорологических характеристик (сильный ветер, шквалы, осадки, грозы, смерчи, ухудшение видимости (сильный туман или сильная мгла) в прибрежной зоне Керченского пролива был выполнен на основе банка данных береговых наблюдений СО ФГБУ «ГОИН».

Керченский пролив является районом с умеренной штормовой деятельностью, этому способствуют особенности физико-географического его расположения – на границе суши с двумя морями [14].

В работах Панова Б.Н., Пасынкова А.А. и др. отмечено, что «штормовая деятельность в проливе чаще всего связана со штормами, охватывающими Азовское море и северную часть Черного моря. Преобладают северо-восточные, восточные шторма (со скоростью ветра >15 м/с); они, как правило, и наиболее продолжительны» [26-27]. Дьяков Н.Н. с соавторами в своей монографии приводит данные результатов мониторинга, отмечая, что «слабые ветры скоростью 1-5 м/с с повторяемостью 13,8 % (МГ Опасное) и 10,3 % (МГ Тамань) имеют северное направление, а с повторяемостью 10,4 % (МГ Опасное) и 13,2 % (МГ Тамань) имеют южное направление. Максимальные скорости ветра в районе Керченского пролива достигали 28 – 30 м/с (при порывах до 33-34 м/с). В среднем за год, набольшая повторяемость сильного ветра отмечается в районе Крымского мостового перехода: 1,19 % (МГП Керчь) и 1,51 % (МГ Тамань). Максимальная среднемесячная продолжительность штормов наблюдается в южной части Керченского пролива в ноябре (66 часов, МГП Заветное). В холодный период года (с октября по апрель) нередко наблюдаются шторма с максимальной продолжительностью от 40 до 114 часов. Следует отметить, что максимальная продолжительность шторма наблюдалась в феврале в районе Крымского мостового перехода и составила 108-114 часов» [14].

Керченский пролив является районом интенсивного судоходства, поэтому ухудшение видимости, вследствие возникновения таких опасных метеорологических явлений, как туман, метель, сильные осадки, пылевая буря и др., может затруднить движение транспорта по мостовому переходу, привести к необратимым последствиям: столкновению судов друг с другом, а также к столкновению с опорами моста.

Сильный туман на море с метеорологической дальностью видимости (МДВ) не более 50 м относится к опасным морским гидрометеорологическим явлениям [28]. «В любое время года, кроме июля-августа, видимость может уменьшаться до 0-100 метров. Такое ограничение видимости в подавляющем большинстве случаев вызвано туманами, реже обусловлено снегом, метелью, сильным дождем или дымкой. В Керчи среднемноголетнее количество дней в году с туманом составляет – 33, мглой – 1, дождем – 111, снегом – 30, метелью – 5, пыльными бурями – 0,5. Количество дней с дымкой – 137» [14].

По данным наблюдений с 1969 по 2017 гг. грозы в Керченском проливе наиболее часто встречаемое явление, приходящееся на летний период. В Керчи грозы наблюдаются в среднем за год 17,6 дней [14].

Одним из опасных природных явлений является смерч – «сильный маломасштабный атмосферный вихрь в виде столба или воронки, направленный от облака к подстилающей поверхности» [29].

По данным Снитковского А.И. «смерчи, наблюдающиеся в Керченском проливе и у Черноморского побережья Кавказа, возникают в результате мощных вторжений холода на Кавказ при температуре морской воды более 20 °С. При этом синоптическая ситуация у земли характеризуется погодой, присущей тыловым частям циклонов, в средней тропосфере наблюдается устойчивый западно-восточный перенос воздушных масс со скоростью около 20 м/с. Атмосферные процессы, при которых возможно образование смерчей различной интенсивности, в целом характеризуются перемещением с юга и юго-запада на север и северо-восток циклонов и активных волновых возмущений» [29].

В последние 10 лет в районе Керченского пролива, регистрируются маломощные водяные смерчи, практически не выходящие на сушу. Однако, потенциально возможно

действие сильных смерчей, в частности 20 сентября 1927 года наблюдался сильный смерч у берега в районе северной узости (Еникале), приведший к гибели рыбака. На рисунке 13 приведены фото смерчей из открытых интернет-источников.

Проблема глобального потепления и как следствие климатические изменения увеличивают вероятность образования смерчей в Керченском проливе, что в свою очередь может представлять потенциальную опасность для судов, находящихся в проливе, и Крымского моста.

Рисунок 13 – Смерчи над Керченским проливом [14]:
(а) 16.08.2011 г.; (б) 18.09.2016 г.; (в) 19.04.2012 г.

Выводы. В результате исследований были проанализированы природно-климатические условия Керченского пролива, Таманского и Керченского полуострова через которые проходит транспортный переход, соединивший Республику Крым с материковой частью РФ.

Важнейшей гидрометеорологической характеристикой, которая может оказать существенное влияние на безопасную эксплуатацию транспортного перехода через Керченский пролив, являются ледовые условия района.

Анализ ледовой обстановки в сезон 2016-2017 гг. показал, что «конструкции моста задерживают лед, скорость движения которого превышает 0,28 м/с, и способствуют заторам. Это приводит к образованию торосов, стамух, подсовов и навалов льда на сваи и опоры моста. При меньшей скорости дрейфа полей лед проходит между опорами моста беспрепятственно. В целом, даже в условиях мягкой зимы, ледовая обстановка в районе Крымского мостового перехода была непростой. Конструкции моста смогут задерживать дрейфующий лед, особенно если его толщина составит 30-60 см. При интенсивном дрейфе полей на опоры, возможен навал льда высотой 5-12 м, что, принимая во внимание илистые грунты на дне пролива, не исключает возможность подвижки и повреждения опор моста» [14].

Таким образом, в условиях умеренных и суровых зим возникает необходимость проведения ледового мониторинга, особенно в отношении дрейфа льда на опоры моста.

В результате исследований определено, что для района расположения Крымского моста характерно возникновение таких опасных метеорологических явлений, как: сильный штормовой или ураганный ветер; сильные осадки; туманы, значительно ухудшающие видимость и затрудняющие морские грузоперевозки в проливе; грозы и смерчи.

Данные, полученные в ходе исследований, могут быть основой для последующих видов мониторинга, в частности ледового и гидрометеорологического в районе Крымского моста, а также экологического мониторинга Керченского пролива.

Список использованной литературы:

1. *Сытник Н.А.* Расчет размера вреда водным биологическим ресурсам при строительстве железнодорожных подходов к транспортному переходу через Керченский пролив // Вестник КГМТУ. 2022. № 2. С. 104-121.
2. *Цыбульский И.Е., Дорошенко М.Г., Коваленко Т.А.* Отчет о научно-исследовательской работе. Оценка воздействия и определение вреда водным биологическим ресурсам по объекту «Строительство железнодорожных подходов к транспортному переходу через Керченский пролив. Корректировка». Ростов-на-Дону, 2018. 226 с.
3. *Алексеев С.В., Британ А.В.* Строительство железнодорожных подходов к транспортному переходу через Керченский пролив. Проектная документация: Раздел 1. Пояснительная записка. Том 1.4.5.3. Часть 4. Отчетная документация по инженерным изысканиям. Книга 5. Технический отчет. Инженерно-экологические изыскания. Часть 3. 5841.01-ПЗ4. ИЭ3. Санкт-Петербург, 2018.
4. *Алексеев С.В., Британ А.В.* Строительство железнодорожных подходов к транспортному переходу через Керченский пролив: Раздел 7. Пояснительная записка. Том 7.1 Часть 1. Мероприятия по охране окружающей среды. 5841.01-ООС1. Санкт-Петербург, 2018.
5. Отчет ФГУП «АзНИИРХ» за 2014 г. Материалы, обосновывающие общий допустимый улов (ОДУ) и возможный вылов водных биологических ресурсов, общий допустимый улов в отношении которых не устанавливается, во внутренних водах Российской Федерации, включая внутренние морские воды Российской Федерации, территориальное море Российской Федерации, континентальный шельф и исключительную экономическую зону Российской Федерации в Черном море, в Азовском море и внутренних водах Ростовской области на 2016 г. М., 2014. 336 с.
6. *Альбов С.В.* Гидрогеология Крыма. К.: АН УССР, 1956. 280 с.
7. *Андрусов Н.И.* Геотектоника Керченского полуострова // Материалы по геологии России. 1993. Т. 16. С. 63-336.
8. *Карлин Л.Н., Музалевский А.А.* Экологические риски: теория и практика. СПб.: РГГМУ, 2011. 446 с.
9. *Котляков В.М., Кочуров Б.И., Коронкевич Н.И.* Подходы к составлению экологических карт СССР // Известия РАН. Серия: География. 1990. № 4. С. 61-70.
10. *Кочуров Б.И.* Экодиагностика и сбалансированное развитие: учебное пособие. Смоленск: Маджента, 2003. 384 с.
11. *Лычак А.И.* Некоторые аспекты разработки методики оценки геоэкологических ситуаций в Крыму на ландшафтной основе // Культура народов Причерноморья. 1999. № 5. С. 398-400.
12. *Трофимов А.М., Рубцов В.А., Ермолаев О.П.* Региональный геоэкологический анализ: учебное пособие. Казань, 2009. 428 с.
13. *Шестаков А.С.* Эколого-географические ситуации: интегральное отражение состояния окружающей среды // Оценка качества окружающей среды и экологическое картографирование. М.: ИГ РАН, 1995. С. 39-52.
14. *Дьяков Н.Н., Фомин В.В., Цвецинский А.С., Липченко А.Е., Лукин Д.В., Полозок А.А.,*

Фомина И.Н., Тимошенко Т.Ю., Белогудов А.А., Левицкая О.В. Современные гидрометеорологические условия формирования ветро-волновых, ледовых и других опасных явлений в Керченском проливе: монография. Севастополь: Росгидромет, СО ФГБУ «ГОИН», 2019. 365 с.

15. *Никонов А.А.* Реальные опасности геодинамического ряда в районе строительства Керченского мостового перехода // Сергеевские чтения. Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи. Серия: Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. М: РУДН, 2016. Т. 18. С. 325-330.
16. *Панов Д.Б., Спиридонова Е.О.* Особенности гидрометеорологических условий Керченского региона и их длиннопериодная изменчивость // Системы контроля окружающей среды. Средства, модели и мониторинг. Севастополь: МГИ НАН Украины. 2007. С. 193-198.
17. *Пасынков А.А.* К вопросу о литодинамических процессах в Керченском проливе в районе острова Коса Тузла // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2005. № 2. С. 120-126.
18. *Иванов В.А., Кушнир В.М., Федоров С.В.* Литодинамические процессы в Керченском проливе по данным космических съемок оптическими сканерами // Азовское море, Керченский пролив и предпроливные зоны в Черном море: проблемы управления прибрежными территориями для обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования. Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2012. С. 37-49.
19. *Шуйский Д.Ю., Выхованец Г.В., Хромов С.С. и др.* Морфология и динамика абразионных берегов Керченского пролива в пределах Украины // Екологічні проблеми Чорного моря. 2003. Т. 5. С. 421-431.
20. *Болдырев В.Л.* Процессы отмирания аккумулятивных береговых форм на примере Керченского пролива // Труды Института океанологии АН СССР. 1958. Т. XXVII. С. 85-92.
21. *Зенкович В.П.* Динамика и морфология морских берегов. Часть 1. М.: Морской транспорт, 1946. 496 с.
22. Гидрометеорологический справочник морей СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1937. Т. 3. Вып. 1-3. С. 466-732.
23. Гидрометеорологический справочник Азовского моря. Л: Гидрометеоиздат, 1962. 853 с.
24. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Азовское море. Л: Гидрометеоиздат, 1986. Т. 3. 220 с.
25. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Черное море. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. Т. 4. Вып.1. 430 с.
26. Гидрометеорологические условия морей Украины. Азовское море. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. Т. 1. 402 с.
27. Гидрометеорологические условия морей Украины. Черное море. Севастополь: Экоси-гидрофизика, 2012. Т. 2. 421 с.
28. РД 52.04.563-2013. Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями. URL: https://base.garant.ru/70701872/ (дата обращения: 14.02.2023).
29. *Снитковский А.И.* Смерчи на территории СССР // Метеорология и гидрология. 1987. № 9. С. 12-25.

References:

1. Sytnik N.A. Raschet razmera vreda vodny`m biologicheskim resursam pri stroitel`stve zheleznodorozhny`x podxodov k transportnomu perexodu cherez Kerchenskij proliv [Calculation of the amount of damage to aquatic biological resources during the construction of railway approaches to the Kerch Strait transport crossing]. *Vestnik KGMTU* [The Bulletin of

KSMTU], 2022, no. 2, pp. 104-121. (In Russian).
2. Tsybulsky I.E., Doroshenko M.G., Kovalenko T.A. *Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote. Ocenka vozdejstviya i opredelenie vreda vodnym biologicheskim resursam po ob"ektu «Stroitel'stvo zheleznodorozhnyh podhodov k transportnomu perekhodu cherez Kerchenskij proliv. Korrektirovka»* [Research report. Impact assessment and determination of damage to aquatic biological resources for the object “Construction of railway approaches to the transport crossing through the Kerch Strait. Correction”], Rostov-on-Don, 2018, 226 p. (In Russian).
3. Alekseev S.V., Britan A.V. *Stroitelstvo zheleznodorozhnyih podhodov k transportnomu perehodu cherez Kerchenskiy proliv. Proektnaya dokumentatsiya: Razdel 1. Poyasnitelnaya zapiska. Tom 1.4.5.3. Chast 4. Otchetnaya dokumentatsiya po inzhenernyim izyiskaniyam. Kniga 5. Tehnicheskiy otchet. Inzhenerno-ekologicheskie izyiskaniya. Chast 3* [Construction of railway approaches to the transport crossing through the Kerch Strait. Project documentation: Section 1. Explanatory note. Volume 1.4.5.3. Part 4. Reporting documentation for engineering surveys. Book 5. Technical report. Engineering and environmental surveys. Part 3], St. Petersburg, 2018. (In Russian).
4. Alekseev S.V., Britan A.V. *Stroitelstvo zheleznodorozhnyih podhodov k transportnomu perehodu cherez Kerchenskiy proliv. Proektnaya dokumentatsiya: Razdel 7. Poyasnitelnaya zapiska. Tom 7.1. Chast 1. Meropriyatiya po ohrane okruzhayuschey sredy* [Construction of railway approaches to the transport crossing through the Kerch Strait. Project documentation: Section 7. Explanatory note. Volume 7.1. Part 1. Environmental protection measures], St. Petersburg, 2018. (In Russian).
5. *Otchet FGUP «AzNIIRX» za 2014 g. Materialy, obosnovyvayushchie obshchij dopustimyj ulov (ODU) i vozmozhnyj vylov vodnyh biologicheskih resursov, obshchij dopustimyj ulov v otnoshenii kotoryh ne ustanavlivaetsya, vo vnutrennih vodah Rossijskoj Federacii, vklyuchaya vnutrennie morskie vody Rossijskoj Federacii, territorial'noe more Rossijskoj Federacii, kontinental'nyj shel'f i isklyuchitel'nuyu ekonomicheskuyu zonu Rossijskoj Federacii v Chernom more, v Azovskom more i vnutrennih vodah Rostovskoj oblasti na 2016 g.* [Report of FGUP AzNIIRKh for 2014. Materials justifying the total allowable catch (TAC) and possible catch of aquatic biological resources, the total allowable catch of which is not established, in the internal waters of the Russian Federation, including internal sea waters of the Russian Federation, territorial sea of the Russian Federation, continental shelf and exclusive economic zone of the Russian Federation in the Black Sea, Azov Sea and internal waters of Rostov region for 2016], Moscow, 2014. (In Russian).
6. Al'bov S.V. *Gidrogeologiya Kryma* [Hydrogeology of the Crimea]. Kiev, AN USSR Publ., 1956, 280 p. (In Russian).
7. Andrusov N.I. Geotektonika Kerchenskogo poluostrova [Geotectonics of the Kerch Peninsula]. *Materialy po geologii Rossii* [Materials on the Geology of Russia], 1993, vol. 16. pp. 63-336. (In Russian).
8. Karlin L.N., Muzalevskij A.A. *Ekologicheskie riski: teoriya i praktika* [Environmental Risks: Theory and Practice]. St. Petersburg, RGGMU Publ., 2011, 446 p. (In Russian).
9. Kotlyakov V.M., Kochurov B.I., Koronkevich N.I. Podhody k sostavleniyu ekologicheskih kart SSSR [Approaches to making ecological maps of the USSR]. *Izvestiya RAN. Seriya: geographiya* [News of the Russian Academy of Sciences. Series: Geography], 1990, no. 4, pp. 61-70. (In Russian).
10. Kochurov B.I. *Ekodiagnostika i sbalansirovannoe razvitie* [Ecodiagnostics and Balanced Development]. Smolensk, Madzhenta Publ., 2003, 384 p. (In Russian).
11. Lychak A.I. Nekotorye aspekty razrabotki metodiki ocenki geoekologicheskih situacij v Krymu na landshaftnoj osnove [Aspects of the Development of Geo-Ecological Situations Assessment Methodology in the Crimea on the Landscape Basis] *Kul'tura narodov Prichernomor'ya* [Culture of the Black Sea Peoples], 1999, no. 5, pp. 398-400. (In Russian).
12. Trofimov A.M., Rubcov V.A., Ermolaev O.P. *Regional'nyj geoekologicheskij analiz* [Regional

geoecological analysis]. Kazan', 2009, 428 p. (In Russian).
13. Shestakov A.S. Ekologo-geograficheskie situacii: integral'noe otrazhenie sostoyaniya okruzhayushchej sredy [Ecological and geographical situations: integral reflection of the state of the environment]. *Ocenka kachestva okruzhayushchej sredy i ekologicheskoe kartografirovanie* [Environmental quality assessment and ecological mapping]. Moscow, RAS Publ., 1995, pp. 39-52. (In Russian).
14. D'yakov N.N., Fomin V.V., Cvecinskij A.S., Lipchenko A.E., Lukin D.V., Polozok A.A., Fomina I.N., Timoshenko T.Yu., Belogudov A.A., Levickaya O.V. *Sovremennye gidrometeorologicheskie usloviya formirovaniya vetro-volnovyh, ledovyh i drugih opasnyh yavlenij v Kerchenskom prolive* [Modern hydrometeorological conditions of formation of wind-wave, ice and other dangerous phenomena in the Kerch Strait]. Sevastopol, Roshydromet, “GOIN” Publ., 2019, 365 p. (In Russian).
15. Nikonov A.A. Real'nye opasnosti geodinamicheskogo ryada v rajone stroitel'stva Kerchenskogo mostovogo perekhoda [Real Hazards of the Geodynamic Series in the Kerch Bridge Construction Area]. *Sergeevskie chteniya. Inzhenernaya geologiya i geoekologiya. Fundamental'nye problemy i prikladnye zadachi. Seriya: Materialy godichnoj sessii Nauchnogo soveta RAN po problemam geoekologii, inzhenernoj geologii i gidrogeologii* [Sergheev Readings. Engineering Geology and Geoecology. Fundamental Problems and Applied Problems. Series: Materials of the annual session of the Scientific Council of the Russian Academy of Sciences on problems of Geoecology, engineering Geology and Hydrogeology], 2016, vol. 18, pp. 325-330. (In Russian).
16. Panov D.B., Spiridonova E.O. Osobennosti gidrometeorologicheskih uslovij Kerchenskogo regiona i ih dlinnoperiodnaya izmenchivost' [Features of hydrometeorological conditions of Kerch region and their long-period variability]. *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy. Sredstva, modeli i monitoring* [Environmental Control Systems. Means, models and monitoring]. Sevastopol', MGI NAN Ukrainy Publ., 2007, pp. 193-198. (In Russian).
17. Pasynkov A.A. K voprosu o litodinamicheskih processah v Kerchenskom prolive v rajone ostrova Kosa Tuzla [On the issue of lithodynamic processes in the Kerch Strait in the area of the island of Tuzla spit]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Mirovogo okeana* [Geology and Mineral Resources of the World Ocean], 2005, no. 2, pp. 120-126. (In Russian).
18. Ivanov V.A., Kushnir V.M., Fedorov S.V. Litodinamicheskie processy v Kerchenskom prolive po dannym kosmicheskih s"emok opticheskimi skanerami [Lithodynamic processes in the Kerch Strait according to satellite imagery with optical scanners]. *Azovskoe more, Kerchenskij proliv i predprolivnye zony v Chernom more: problemy upravleniya pribrezhnymi territoriyami dlya obespecheniya ekologicheskoj bezopasnosti i racional'nogo prirodopol'zovaniya* [Sea of Azov, Kerch Strait and Pre-tidal Zones in the Black Sea: Problems of Coastal Areas Management to Ensure Environmental Safety and Environmental Management]. Rostov-on-Don, RAS Publ., 2012, pp. 37-49. (In Russian).
19. Shujskij D.Yu., Vyhovanec G.V., Hromov S.S. et al. Morfologiya i dinamika abrazionnyh beregov Kerchenskogo proliva v predelah Ukrainy [Morphology and dynamics of abrasion shores of the Kerch Strait within Ukraine]. *Ekologichni problemi Chornogo morya* [Ecological problems of the Black Sea], 2003, vol. 5, pp. 421-431. (In Russian).
20. Boldyrev V.L. Processy otmiraniya akkumulyativnyh beregovyh form na primere Kerchenskogo proliva [Processes of the die-off of accumulative coastal forms by the example of the Kerch Strait]. *Trudy Instituta okeanologii AN SSSR* [Proceedings of the Institute of Oceanology of the Academy of Sciences of the USSR], 1958, vol. 27, pp. 85-92. (In Russian).
21. Zenkovich V.P. *Dinamika i morfologiya morskih beregov.* Chast' 1 [Dynamics and morphology of sea shores. Part 1]. Moscow, Morskoy Transport Publ., 1946, p. 496. (In Russian).
22. *Gidrometeorologicheskij spravochnik morej SSSR* [Hydrometeorological Handbook of the Seas of the USSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1937, vol. 3, no. 1-3, pp. 466-732. (In Russian).

23. *Gidrometeorologicheskij spravochnik Azovskogo moray* [Hydrometeorological Handbook of the Sea of Azov]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1962, 853 p. (In Russian).
24. *Gidrometeorologicheskie usloviya shel'fovoj zony morej SSSR* [Hydrometeorological conditions of the shelf zone of the seas of the USSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1986, vol. 3, 220 p. (In Russian).
25. *Gidrometeorologiya i gidrohimiya morej SSSR* [Hydrometeorology and Hydrochemistry of the Seas of the USSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1991, vol. 4, no. 1, 430 p. (In Russian).
26. *Gidrometeorologicheskie usloviya morej Ukrainy* [Hydrometeorological conditions of the seas of Ukraine]. Sevastopol: ECOSY-Hydrophysics Publ., 2009, vol. 1, 402 p. (In Russian).
27. *Gidrometeorologicheskie usloviya morej Ukrainy* [Hydrometeorological conditions of the seas of Ukraine]. Sevastopol: ECOSY-Hydrophysics Publ., 2012, vol. 2, 421 p. (In Russian).
28. *RD 52.04.563-2013. Instrukciya po podgotovke i peredache shtormovyh soobshchenij nablyudatel'nymi podrazdeleniyami* [Guidance Document 52.04.563-2013. Instruction on preparation and transmission of storm messages by observation units]. (In Russian). Available at: https://base.garant.ru/70701872/ (accessed 14.02.2023).
29. Snitkovskij A.I. Smerchi na territorii SSSR [Tornadoes on the territory of the USSR]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], 1987, no. 9, pp. 12-25. (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 629.1 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.005**

Ивановская А.В.

ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИВОДА СУДОВОГО ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация. В работе рассмотрен еще один принцип моделирования привода судового грузоподъемного устройства. Особенность работы такого привода является движение в разных средах: воздушной, водной и на границе их раздела. Также на возникающие в системе динамические процессы значительное влияние оказывают внешние гидрометеорологические факторы и нестационарность нагружения. Все это приводит к затруднениям при прогнозировании поведения элементов системы. Поэтому предлагается рассматривать привод как многотельную систему, состоящую из взаимосвязанных твердых и деформируемых тел, испытывающих различные поступательные и вращательные смещения. Конфигурация такой системы определяется набором переменных, называемых обобщенными координатами, полностью определяющих местоположение и ориентацию каждого тела в системе. Конфигурация частицы в пространстве определяется с помощью трех координат, описывающих перемещение этой частицы относительно трех осей инерциальной системы отсчета. Данный метод позволит увеличить число степеней свободы при формализации элементов привода, что является актуальным при разработке автоматизированной системы управления приводом судовых грузоподъемных устройств.
Ключевые слова: привод грузоподъемного устройства, многотельная система, обобщенные координаты.

Ivanovskaya A.V.

PRINCIPLES OF MODELING THE DRIVE OF SHIP LIFTING EQUIPMENT

Abstract. The paper considers another principle of modeling the drive of a ship's lifting device. A feature of the operation of such a drive is the movement in different media: air, water and at their interface. Also, the dynamic processes occurring in the system are significantly affected by external hydrometeorological factors and unsteady loading. All this leads to difficulties in predicting the behavior of the elements of the system. Therefore, it is proposed to consider the drive as a multi-body system consisting of interconnected solid and deformable bodies experiencing various translational and rotational displacements. The configuration of such a system is determined by a set of variables called generalized coordinates that completely determine the location and orientation of each body in the system. The configuration of a particle in space is determined using three coordinates that describe the movement of this particle relative to the three axes of the inertial frame of reference. This method will increase the number of degrees of freedom when formalizing the drive elements, which is relevant in the development of an automated control system for the drive of ship lifting devices.
Keywords: lifting device drive, multibody system, generalized coordinates.

Введение. В настоящее время одна из основных задач судостроения заключается в создании конкурентоспособного судового оборудования. Согласно плану импортозамещения, разработанного Российским классификационным обществом, до 2024 года необходима разработка новых образцов судовых машин. Грузоподъёмное оборудование судна нуждается в обновлении более чем на 80%. Цифровизация рабочих процессов предусматривает применение адаптивных систем управления. Поэтому основу для разработки таких систем составляют адекватные математические модели всех элементов привода, учитывающих нестационарность условий работы оборудования, что обуславливает актуальность научных исследований в данной области.

Целью исследования является формулирование принципов моделирования привода судового грузоподъёмного оборудования.

Материалы и методы исследования. Анализ современного грузоподъемного оборудования показал, что применяемые приводы по физико-энергетической сущности можно условно разделить на несколько видов: привод от двигателя внутреннего сгорания, электропривод и гидропривод [1]. Наибольшее распространение на судах получили гидравлический и электрический привод. На рисунке 1 представлена структурная схема системы привода грузоподъемного устройства судна.

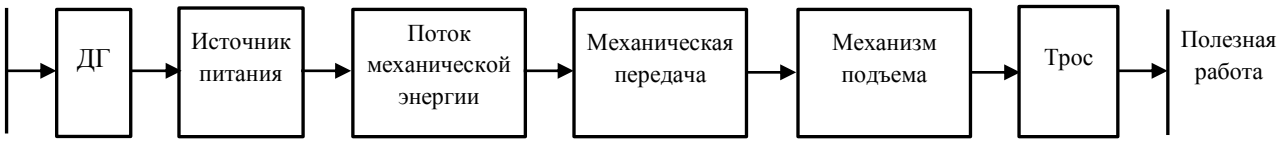


Рисунок 1 – Структурная схема привода грузоподъемного устройства

Такая система является многотельной, состоящей из взаимосвязанных твердых и деформируемых тел, испытывающих различные поступательные и вращательные смещения. Конфигурация многотельной системы (рис. 2) определяется набором переменных, называемых обобщенными координатами, полностью определяющих местоположение и ориентацию каждого тела в системе. Конфигурация частицы в пространстве определяется с помощью трех координат, описывающих перемещение этой частицы относительно трех осей инерциальной системы отсчета. Для описания не требуются координаты вращения движения частицы и, следовательно, три поступательные координаты могут полностью определить положение частицы. Это упрощенное описание кинематики частицы сделано в предположении, что частица имеет такие малые размеры, что точка в трехмерном пространстве может быть использована для определения положения частицы [2-5]. Однако это предположение неверно, когда рассматриваются твердые тела.

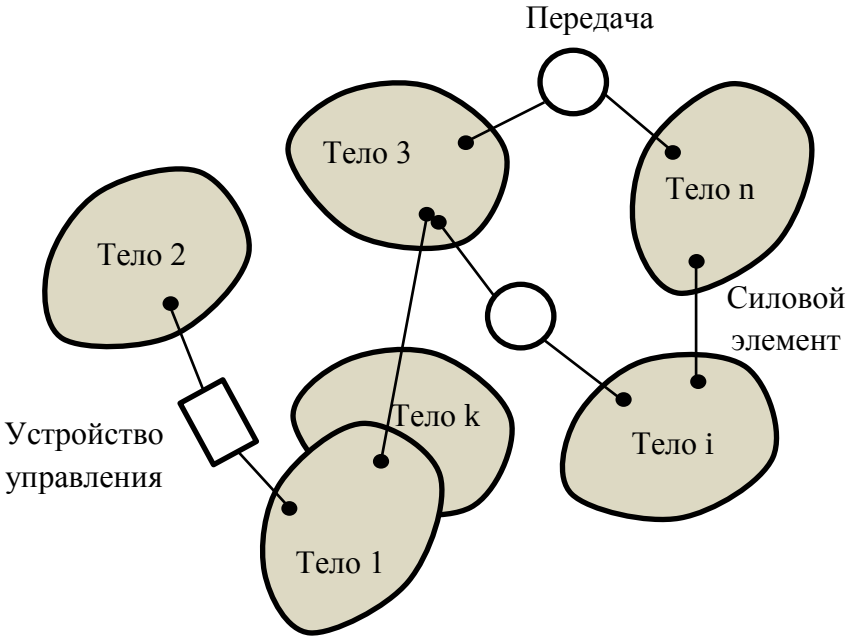


Рисунок 2 – Привод как многотельная система

Конфигурация твердого тела может быть полностью описана с помощью шести независимых координат: три координаты, описывающие положение относительно начала осей тела и три координаты вращения, описывающие ориентацию тела относительно неподвижного основания [6-9]. Как только этот набор координат определен, текущее положение произвольной точки тела может быть выражено через эти координаты.

Например, текущее положение произвольной точки *P* на теле, обозначенное как тело i в многотельной системе (рис.3) может быть записано в виде:

$$r_P^i = R^i + A^i \bar{u}^i, \tag{1}$$

где R^i – позиция начала подвижной системы координат, определяющей положение i-того тела $X_1^i X_2^i X_3^i$;

A^i – матрица преобразования из тела $X_1^i X_2^i X_3^i$ системы координат к неподвижной; $X_1X_2X_3$;

$\bar{u}^i$ – локальное положение точки P, измеренное в $X_1^i X_2^i X_3^i$ системе координат.

Таким образом, задав вектор положения R^i и матрицы преобразования A^i, мы можем определить положение произвольной точки P i-того тела.

Так как матрица A^i является функцией множества координат вращения θ^i, имеющих один элемент в линейном анализе и три или четыре элемента в пространственном анализе. Следовательно, через определение поступательных и вращательных координат R^i и θ^i, соответственно, отсчета тела, конфигурация твердого тела может быть полностью идентифицирована. Однако, когда рассматриваются деформируемые тела, данное утверждение неверно, потому что $\bar{u}^i$ больше не является постоянным вектором.

Поэтому для удобства будем использовать обозначение q_r^i к обозначают обобщенные координаты отсчета тела, т. е.

$$q_r^i = [R^i \quad \theta^i]^T. \tag{2}$$

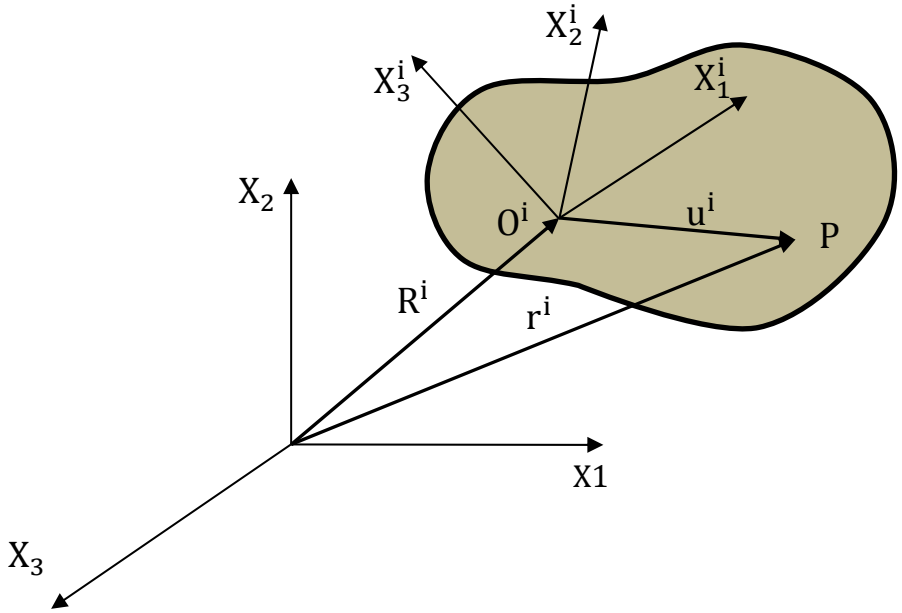


Рисунок 3 – Базовые координаты твердого тела

Следовательно, при двухмерном анализе вектор q_r^i можно определить как:

$$q_r^i = [R_1^i \quad R_2^i \quad \theta^i]^T, \tag{3}$$

где R_1^i и R_2^i – координаты начала отсчета тела, а θ^i – угол вращения тела вокруг оси X_3.

В трехмерном анализе q_r^i можно определить как:

$$q_r^i = [R_1^i \quad R_2^i \quad R_3^i \quad \theta^i]^T. \tag{4}$$

Система из нескольких тел, изображенная на рисунке 2, состоящая из n_b взаимосвязанных твердых тела, представлена набором координат $6n_b$. Данные обобщенные координаты не являются полностью независимыми вследствие механических соединений между соседними телами. Движение каждого компонента в системе влияет на движение других через кинематические ограничения, которые связывают обобщенные координаты и скорости [10-11].

Множество обобщенных координат системы многих тел обозначается вектором $q = [q_1 \quad q_2 \quad q_3 \quad \cdots \quad q_n]^T$, где n это количество координат. В такой системе эти n обобщенных координат связаны уравнениями связи n_c, где $n_c \leq n$, которые можно записать в следующей векторной форме:

$$C(q_1, q_2, \dots, q_n, t) = C(q, t) = 0 \tag{5}$$

где $C = \left[C_1(q,t), C_2(q,t), \dots, C_{n_c}(q,t)\right]^T$ – множество независимых ограничений уравнений, то связи называются голономными. Если время t не появляется явно в уравнении 5, то такая система называется склерономной. В противном случае, если система является голономной, и t явно появляется в уравнении 5, система называется реономной.

На рисунке 4 изображен вращательный шарнир между двумя произвольными плоскими телами i и j в система.

Уравнения связи в этом случае, которые допускают только относительные угловые вращения между двумя телами, требуют, чтобы текущее положение точки P определялось по набору координат тела i и было равным текущему положению точки P, определенной по множеству координат тела j. Это условие дает два уравнения связи, которые можно записать как:

$$r_P^i = r_P^j \text{ или } R^i + A^i \bar{u}^i = R^j + A^j \bar{u}^j \tag{6}$$

или в более явной форме:

$$\begin{bmatrix} R_1^i \\ R_2^i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \cos\theta^i & -\sin\theta^i \\ \sin\theta^i & \cos\theta^i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{u}_1^i \\ \bar{u}_2^i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1^j \\ R_2^j \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \cos\theta^j & -\sin\theta^j \\ \sin\theta^j & \cos\theta^j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{u}_1^j \\ \bar{u}_2^j \end{bmatrix}, \tag{7}$$

где $R^k = [R_1^k \quad R_2^k]^T$ и $\bar{u}^k = [\bar{u}_1^k \quad \bar{u}_2^k]^T$.

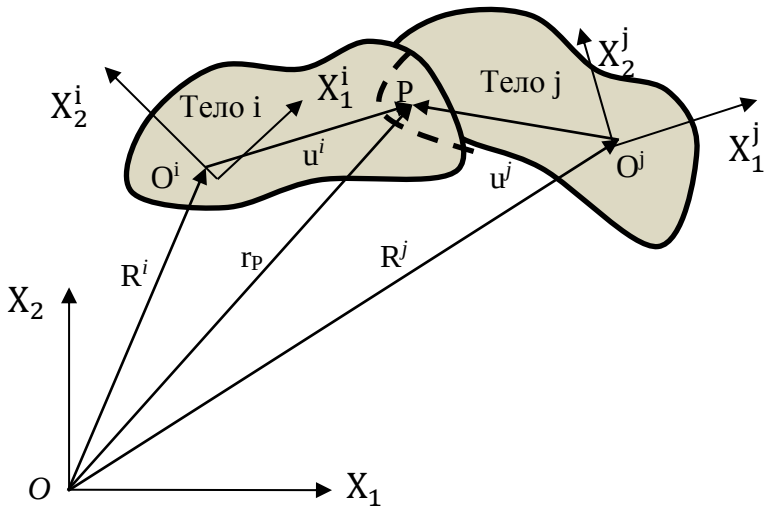


Рисунок 4 – Вращательное соединение двух твердых тел

Результаты исследования и их обсуждение. На рисунке 5 показано тело массы m, которое свободно скользит в плоскости X_1X_2 на тонком безмассовом стержне, вращающемся с угловой скоростью $\dot{\theta}$ и угловым ускорением $\ddot{\theta}$ относительно оси X_3. Необходимо определить динамическое равновесие уравнения для этого тела.

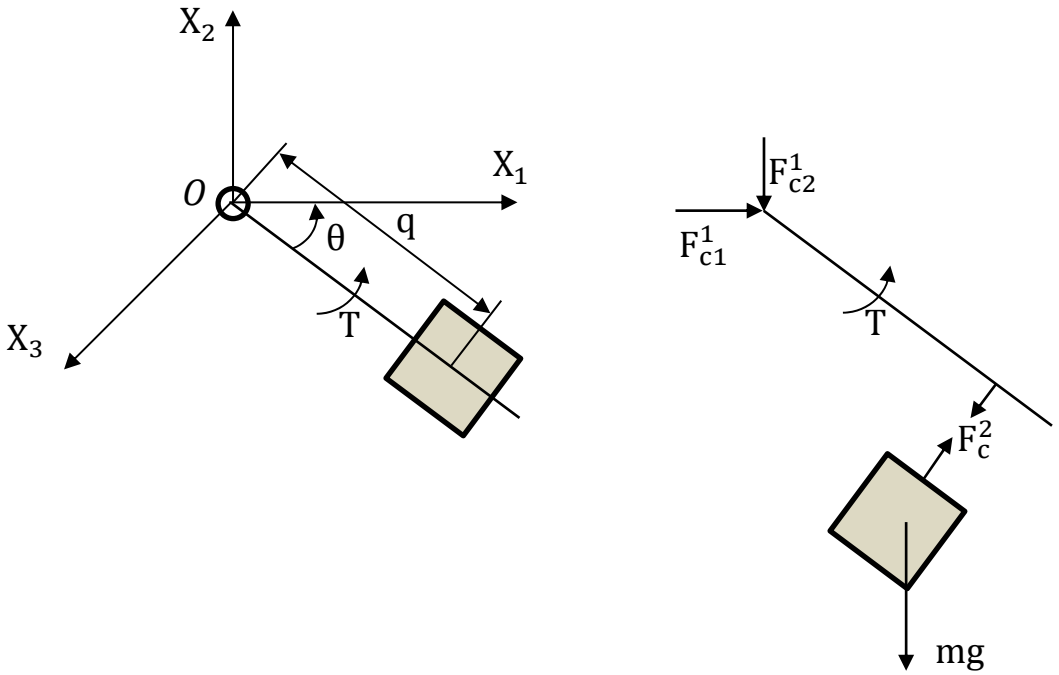


Рисунок 5 – Движение тела вдоль стержня

Конфигурацию системы, показанную на рисунке, можно определить, используя независимые координаты q и θ. Тут компоненты силы F_{c2}^1 – реакции связей нерабочего шарнирного соединения. Местоположение и скорость тела в декартовой системе координат можно записать в виде независимых координат как:

$$r = \begin{bmatrix} \cos\theta \\ \sin\theta \\ 0 \end{bmatrix} q, \dot{r} = \begin{bmatrix} -\sin\theta \\ \cos\theta \\ 0 \end{bmatrix} q + \begin{bmatrix} \cos\theta \\ \sin\theta \\ 0 \end{bmatrix} \dot{q}. \quad (8)$$

где θ – угловое положение тела;

q – смещение тела относительно точки O.

Виртуальное изменение координат системы приводит к выражению:

$$\delta r = \begin{bmatrix} -\sin\theta \\ \cos\theta \\ 0 \end{bmatrix} q\delta\theta + \begin{bmatrix} \cos\theta \\ \sin\theta \\ 0 \end{bmatrix} \delta q. \quad (9)$$

Так как силы реакции, действующие на стержень и тела, равны по величине и противоположная по направлению, виртуальная работа этих сил равна нулю.

Вектор внешних сил, действующих на тело, определяется в декартовом система координат как:

$$F_e = \begin{bmatrix} 0 \\ -mg \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (10)$$

где m – масса тела;
g – гравитационная постоянная.

Виртуальный тогда работа внешних сил и моментов, действующих на систему, может быть написано как:

$$\delta W_e = F_e^T \delta r + T\delta\theta = -mg\sin\theta\,\delta q + (T - mg\cos\theta)\delta\theta, \qquad (11)$$

где T – внешний момент, действующий на стержень.

Импульс тела определяется в декартовой системе координат как:

$$P = m\dot{r}, \qquad (12)$$

а скорость изменения импульса $\dot{\mathbf{P}}$ определяется выражением:

$$\dot{\mathbf{P}} = m\dot{\mathbf{r}} = m\ddot{\theta}q\begin{bmatrix}-\sin\theta\\ \cos\theta\\ 0\end{bmatrix} + 2m\dot{\theta}\dot{q}\begin{bmatrix}-\sin\theta\\ \cos\theta\\ 0\end{bmatrix} + m\ddot{q}\begin{bmatrix}\cos\theta\\ \sin\theta\\ 0\end{bmatrix} + m\left(\dot{\theta}\right)^2 q\begin{bmatrix}-\cos\theta\\ -\sin\theta\\ 0\end{bmatrix}. \qquad (13)$$

Тогда виртуальная работа этой силы инерции может быть определена как:

$$\delta W_i = \dot{P}^T\delta r = \left(2mq\dot{q}\dot{\theta} + mq^2\ddot{\theta}\right)\delta\theta + \left(m\ddot{q} - m\ddot{\theta}^2 q\right)\delta q. \qquad (14)$$

Используя уравнение:

$$\sum_{i=1}^{n_p}\left(F_e^i + F_c^i - \dot{P}^i\right)\cdot\delta r^i = 0 \qquad (15)$$

мы получаем:

$$-mg\sin\theta\,\delta q + (T - mgq\cos\theta)\delta\theta -$$
$$-\left(2mq\dot{q}\dot{\theta} + mq^2\ddot{\theta}\right)\delta\theta - \left(m\ddot{q} - m\ddot{\theta}^2 q\right)\delta q = 0$$
$$\text{или } \left(T - mgq\cos\theta - 2mq\dot{q}\dot{\theta} + mq^2\ddot{\theta}\right)\delta\theta + \left(-m\ddot{q} + m\ddot{\theta}^2 q - mg\sin\theta\right)\delta q = 0. \qquad (16)$$

Поскольку θ и q предполагаются независимыми, то коэффициенты $\delta\theta$ и δq в предыдущем уравнении можно положить равным нулю. Это приводит к следующим двум нелинейным дифференциальным уравнениям движения второго порядка

$$m\ddot{q} - m\ddot{\theta}^2 q + mg\sin\theta = 0,$$
$$mq^2\ddot{\theta} + 2mq\dot{q}\dot{\theta} + mgq\cos\theta - T = 0.$$

Эти уравнения можно численно интегрировать, чтобы определить независимые координаты и скорости [12]. Смещение тела в декартовой система координат может быть определено из кинематических уравнений, в которых эти перемещения записываются в независимых координатах.

Выводы. В предложенном методе моделирования привод грузоподъемного устройства представлен в виде многотельной системы, местоположение тел в которой определяется с помощью обобщенных координат. Данный метод позволит увеличить число степеней свободы при формализации элементов привода, что является актуальным при прогнозировании их поведения.

Список использованной литературы:

1. *Тё А.М.* Эксплуатация судовых вспомогательных механизмов, систем и устройств: учебное пособие. Владивосток, 2014. 86 с.

2. *Башуров Б.П., Скиба А.Н., Чебанов В.С.* Функциональная надежность и контроль технического состояния судовых вспомогательных механизмов: учебное пособие. Новороссийск: МГА имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, 2009. 192 с.
3. *Бабаков И.М.* Теория колебаний. М.: Наука, 1976. 592 с.
4. *Ананьев И.В.* Справочник по расчету собственных колебаний упругих систем. М.: ОГИЗ, Гостехиздат, 1946. 223 с.
5. *Бидерман В.Л.* Теория механических колебаний. М.: Высшая школа, 1980. 408 с.
6. *Тимошенко С.П.* Колебания в инженерном деле. М.: Машиностроение, 1985. 472 с.
7. *Болотина В.В.* Вибрации в технике. Справочник в 6 т. М.: Машиностроение, 1979. Т.1. 352 с.
8. *Боголюбов Н. Н., Митропольский Ю.А.* Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: Наука, 1974. 503 с.
9. *Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А*. Асимптотические решения уравнений в частных производных. К.: Вища школа, 1976. 592 с.
10. *Фещенко С.Ф., Шкиль Н.И., Николенко Л.Д.* Асимптотические методы в теории линейных дифференциальных уравнений. К.: Наукова думка, 1966. 252 с.
11. *Цыфанский С.Л., Бересневич В.И., Оке А.Б.* Нелинейные и параметрические колебания вибрационных машин технологического назначения. Рига: Зинатне, 1991. 231 с.
12. *Ivanovskaya A.V.* The research of the dynamic of the mechanical system with variable parameters // Journal of Vibroengineering. 2010. Vol. 12. № 4. P. 494-499.

References:

1. Tyo A.M. *Ekspluatatsiya sudovykh vspomogatel'nykh mekhanizmov, sistem i ustroystv* [Operation of ship auxiliary mechanisms, systems and devices]. Vladivostok, 2014, 86 p. (In Russian).
2. Bashurov B.P., Skiba A.N., Chebanov V.S. *Funktsional'naya nadezhnost' i kontrol' tekhnicheskogo sostoyaniya sudovykh vspomogatel'nykh mekhanizmov* [Functional reliability and control of the technical condition of ship supporting mechanisms]. Novorossiysk, MGA Admiral F.F. Ushakov Publ., 2009, 192 p. (In Russian).
3. Babakov I. M. *Teoriya kolebaniy* [Theory of Oscillations]. Moscow, Nauka Publ., 1976, 592 p. (In Russian).
4. Anan'yev I.V. *Spravochnik po raschetu sobstvennykh kolebaniy uprugikh system* [Handbook on the calculation of natural oscillations of elastic systems]. Moscow, OGIZ, Gostekhizdat Publ., 1946, 223 p. (In Russian).
5. Biderman V.L. *Teoriya mekhanicheskikh kolebaniy* [Theory of Mechanical Oscillations]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1980, 408 p. (In Russian).
6. Timoshenko S.P. *Kolebaniya v inzhenernom dele* [Fluctuations in engineering]. Moscow, Mashinostroyeniye Publ., 1985, 472 p. (In Russian).
7. Bolotina V.V. *Vibratsii v tekhnike* [Vibrations in technology]. Moscow, Mashinostroyeniye Publ., 1979, vol. 1, 352 p. (In Russian).
8. Bogolybov N.N., Mitropol'skii Y.A. *Asimptoticheskiye metody v teorii nelineynykh kolebaniy* [Asymptotic methods in the theory of nonlinear oscillations]. Moscow, Nauka Publ., 1974, 503 p. (In Russian).
9. Bogolyubov N.N., Mitropol'skiy Yu.A. *Asimptoticheskiye resheniya uravneniy v chastnykh proizvodnykh* [Asymptotic solutions of partial differential equations]. Kyiv, Vishcha shkola Publ., 1976, 592 p. (In Russian).
10. Feshchenko S.F., Shkil' N.I., Nikolenko L.D. *Asimptoticheskiye metody v teorii lineynykh differentsial'nykh uravneniy* [Asymptotic methods in the theory of linear differential equations]. Kyiv, Naukova dumka Publ., 1966, 252 p. (In Russian).
11. Tsyfansky, S.L., Beresnevich, V.I., Oke A.B. *Nelineynyye i parametricheskiye kolebaniya vibratsionnykh mashin tekhnologicheskogo naznacheniya* [Non-linear and parametric oscillations of vibrating technological machines]. Riga, Zinatne Publ., 1991, 231 p. (In Russian).

12. Ivanovskaya A.V. The research of the dynamic of the mechanical system with variable parameters. *Journal of Vibroengineering*, 2010, vol. 12, no. 4, pp. 494-499. (In English).

Сведения об авторе / Information about author

Ивановская Александра Витальевна	канд. техн. наук, доцент кафедры судовых энергетических установок Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 invkerh@yandex.ru
Ivanovskaya Aleksandra Vital'evna	Ph. D (Engin.), Associate Professor at the Department of marine power plants Kerch State Maritime Technological University 28309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 invkerh@yandex.ru

УДК 621.43.018.7:536.8 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.006**

Конюков В.Л.

ОЦЕНКА ДИАПАЗОНА ДОПУСТИМЫХ НАГРУЗОК СУДОВОГО ЧЕТЫРЕХТАКТНОГО ДИЗЕЛЯ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВЫХ РАСЧЕТОВ

Аннотация. В работе на основании расчетно-теоретических исследований судового четырехтактного дизеля получена серия ограничительных характеристик, исключающих его механическую и тепловую перегрузку по ряду параметров и критериев. Исследования выполнены в широком диапазоне нагрузок для серии винтовых характеристик с различными коэффициентами утяжеления. Полученные ограничительные характеристики исследовались на соответствие назначенным ограничительным характеристикам, включенным в инструкцию по эксплуатации дизеля. Наибольшее соответствие получили ограничительные характеристики, построенные по допустимой максимальной температуре сгорания топлива и по допустимой температуре в конце расширения рабочего тела в цилиндре. На основании этих характеристик, в результате расширения по частоте вращения сформирована зона эксплуатационных режимов, ограниченных по нагрузке и времени эксплуатации. По результатам сопоставления полученных и назначенных ограничительных характеристик сделано предположение, что ограничительные характеристики, приведенные в инструкции по эксплуатации дизеля, получены на основании теплового состояния выпускного клапана, которое соответствует температурам газа в конце процесса расширения в цилиндре.
Ключевые слова: дизель, нагрузка, винтовая характеристика, ограничительная характеристика, тепловая напряженность, механическая напряженность.

Konyukov V.L.

ESTIMATION OF THE RANGE OF PERMISSIBLE LOADS OF A MARINE FOUR-STROKE DIESEL ENGINE BASED ON THERMAL CALCULATIONS

Abstract. Based on the computational and theoretical studies of the ship's four-stroke diesel engine, a series of restrictive characteristics were obtained that exclude its mechanical and thermal overload. The studies were carried out in a wide range of loads for a series of screw characteristics with different weighting coefficients. The obtained restrictive characteristics were examined for compliance with the assigned restrictive characteristics included in the diesel operating instructions. The most consistent were the restrictive characteristics constructed according to the permissible maximum combustion temperature of the fuel and the permissible temperature at the end of the expansion of the working fluid in the cylinder. Based on these characteristics, as a result of the expansion in rotation frequency, a zone of operating modes limited in load and operating time is formed. Based on the results of comparing the obtained and assigned restrictive characteristics, it is assumed that the restrictive characteristics given in the diesel operating instructions are obtained based on the thermal state of the exhaust valve, which corresponds to the gas temperatures at the end of the expansion process in the cylinder.
Keywords: diesel, load, screw characteristic, restrictive characteristic, thermal stress, mechanical stress.

Введение

Современное судно – это сложная техническая система, представляющая три основные взаимосвязанные подсистемы: корпус судна, гребной винт и главный двигатель. Насколько правильно спроектированы и построены эти подсистемы, настолько эффективна работа всего пропульсивного комплекса, то есть, обеспечены все спецификационные режимы без перегрузок главного двигателя с гарантированным расходом топлива и масел.

Суда торгового флота эксплуатируются в широком диапазоне нагрузок главного двигателя. Винтовая характеристика дизеля и, соответственно, характеристика гребного

винта определяются конструктивными особенностями корпуса судна, гребного винта, обрастанием корпуса и условиями плавания (осадка, метеорологическая обстановка, режим буксирования и т. п.) [1].

При работе двигателя по утяжеленным винтовым характеристикам возникают перегрузки, для исключения которых уменьшают частоту вращения. Однако при этом увеличиваются промежутки времени между впрысками топлива в цилиндры. При этом существенно снижается расход газов через турбину турбокомпрессора и, как следствие, уменьшается подача воздуха в цилиндры, падает коэффициент избытка воздуха при горении, растет температура газов на линии расширения и в начале выпуска. Чтобы не допустить перегрев выпускных клапанов, приходится существенно уменьшать частоту вращения главного двигателя [2].

Наибольшую важность в эксплуатации дизелей представляет зона ограничительных характеристик, где длительная работа дизеля не допускается по причине его механической и тепловой перегрузки. При работе дизеля на винт фиксированного шага, в общем случае, все возможные режимы нагрузки на главный двигатель располагаются в поле, ограниченном винтовыми характеристиками швартовного режима и режима хода в балласте. Швартовный режим соответствует максимальному сопротивлению движения судна, когда скорость судна равна нулю. Режим хода в балласте соответствует минимальному сопротивлению движения судна.

Современные судовые дизели с газотурбинным наддувом имеют жесткие ограничительные характеристики и, соответственно, определенные диапазоны нагрузок, в которых допустимо в эксплуатации развивать непрерывно и длительно мощности, близкие к номинальной. Это объясняется тем, что форсирование дизелей по наддуву привело, практически, к полному отсутствию запаса по тепловой напряженности при работе на режимах близких к номинальному. В связи с этим для таких режимов обязательно следует согласовывать параметры подачи воздуха и топлива.

Предприятия и организации, связанные с производством судовых дизелей, имеют свои научно-исследовательские институты и проектные бюро, в которых собирается и обобщается опыт строительства и эксплуатации главных двигателей. На основании этой информации выявляются основные достоинства и недостатки различных типов двигателей, накапливаются данные для определения основных направлений их развития, устанавливаются допустимые диапазоны нагрузок длительной эксплуатации. Главные дизели должны обеспечивать все спецификационные режимы работы судна при различных погодных условиях и различном состоянии корпуса. Для этого предусматривается определенный запас мощности.

Для серийных дизелей всех типоразмеров дизелестроительные фирмы и предприятия на основе всесторонних исследований на стенде и в эксплуатации с учетом особенностей конструкции и организации рабочего процесса назначают ограничительные характеристики.

Производители дизелей не считают возможным делиться результатами, полученными для ряда эксплуатационных параметров и ограничительных характеристик, даже с персоналом, обеспечивающим эксплуатацию оборудования [3], [4].

Процесс создания нового судового дизеля является трудоемким и дорогостоящим, который включает несколько этапов, начиная от технического задания и заканчивая стендовыми испытаниями. В техническом задании оговариваются спецификационные режимы работы в конкретных диапазонах изменения основных эксплуатационных параметров. Чем раньше будет определена зона допустимых режимов, построены ограничительные характеристики дизеля, тем меньше будут затраты на создание головного образца.

Целью исследования является определение диапазона допустимых нагрузок главного судового четырехтактного дизеля на основе тепловых расчетов и оценка соответствия полученных ограничительных характеристик назначенным характеристикам.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследований принят судовой четырехтактный дизель марки 8L58/64, передающий мощность через электрическую передачу на винт фиксированного шага (ВФШ). Этот двигатель широко распространен на морских судах, его номинальные характеристики приведены в работе [5].

Исследования проводились расчетно-теоретическим способом, в основу алгоритма которого положен широко известный теоретический метод анализа рабочего процесса на основе физической сути явлений в цилиндре дизеля, получивший название «метод Гриневецкого-Мазина». По алгоритму была составлена программа для ЭВМ [6]. Разработанная методика позволяет методом последовательных приближений определять давление наддува на всех исследуемых режимах, используя эталонные параметры турбины турбонаддувочного агрегата, полученные при тестовых испытаниях дизеля для нагрузочной характеристики [7]. Результаты тестовых испытаний использовались также для настройки алгоритма расчета.

При работе дизеля на ВФШ его эффективная мощность может быть представлена выражением [7]

$$N_e = Cn^m, \tag{1}$$

где C – постоянная пропульсивного комплекса;

m – показатель степени, который для водоизмещающих судов с определенной степенью точности можно принять m = 3.

Утяжеление винтовых характеристик с течением времени, в том числе, вследствие невосстановления первоначальных пропульсивных качеств судна после докования, можно оценить по постоянной пропульсивного комплекса.

Коэффициент утяжеления винтовой характеристики определяется для конкретной частоты вращения как отношение мощности утяжеленного режима к мощности номинального режима

$$\bar{c} = \frac{N_e}{N_{e\text{н}}} = \frac{C}{C_\text{н}}, \tag{2}$$

здесь индексом «н» обозначены параметры номинальной винтовой характеристики.

Для определения ограничительных характеристик по различным параметрам и критериям механической и тепловой напряженности коэффициент утяжеления винтовой характеристики принимался в диапазоне $0{,}25 \le \bar{C} \le 3{,}6$, а относительная мощность дизеля для каждой винтовой характеристики изменялась в диапазоне $0{,}25 \le \bar{N}_e \le 1{,}0$. Режим для $\bar{C}$=3,6 соответствовал характеристики швартовных испытаний. Относительная мощность определялась соотношением

$$\bar{N}_e = \frac{N_e}{N_{e0}}, \tag{3}$$

где N_{e0} – номинальная мощность дизеля при стопроцентной нагрузке и номинальной частоте вращения n_{00}, соответствующих винтовой характеристике номинального режима работы пропульсивного комплекса $\bar{c}$ = 1,0.

Частота вращения дизеля для конкретного режима каждой утяжеленной или облегченной винтовой характеристики вычислялась по уравнению

$$n = n_0 \sqrt[3]{\frac{\bar{N}_e}{\bar{C}}}. \tag{4}$$

Основным требованием судового оборудования является надежность, то есть его способность безотказно работать на всех эксплуатационных режимах в течение определенного времени и обеспечивать заданные технико-экономические показатели. Косвенно надежность дизеля может быть оценена показателями механической и тепловой напряженности [2], [8], [9]. К критериям механической напряженности дизеля можно отнести эксплуатационные параметры: максимальное давление сгорания топлива p_z; среднее эффективное давление цикла p_e; среднее давление по времени цикла p_τ; максимальная скорость нарастания давления $\frac{dp}{d\varphi}$; степень повышения давления при сгорании топлива $\lambda = \frac{p_z}{p_c}$.

Состояние тепловой напряженности можно оценить эксплуатационными параметрами и критериями: температурой газа за цилиндром при условии перемешивания газа с продувочным воздухом T_t; средней по времени температурой цикла T_τ; коэффициентом избытка воздуха при сгорании топлива α; средним тепловым потоком через стенки цилиндра к охлаждающей воде q_o; условным критерием теплонапряженности поршня (критерий Костина) K_n; условным критерием теплонапряженности цилиндра (критерий Камкина) K_c; относительной потерей теплоты в охлаждающую воду q_w.

Для построения ограничительных характеристик дизеля выполнялись его тепловые расчеты для назначенных диапазонов $\bar{C}$ и $\bar{N}_e$, в результате которых вычислялись параметры и критерии механической и тепловой напряженности. Затем находились регрессионные зависимости между частотой вращения и параметром, характеризующим тепловую или механическую напряженность. В качестве предельных величин таких параметров принимались значения, полученные в результате тестовых испытаний и теплового расчета дизеля для номинального режима. По уравнениям регрессионных зависимостей вычислялась частота вращения коленчатого вала, соответствующая предельному значению исследуемого параметра. По полученной, таким образом, частоте вращения коленчатого вала определялась мощность дизеля для каждой утяжеленной характеристики, определяемой коэффициентом утяжеления $\bar{C}$. Эта мощность играла роль предельно допустимого значения для соответствующего эксплуатационного параметра, превышение которой вызывало превышение допустимой напряженности по исследуемому параметру. Абсолютные величины отдельных параметров и критериев, определяющих тепловую и механическую напряженность, имели очень высокие значения, в результате чего коэффициенты регрессионных уравнений также имели очень высокие величины, что усложняло их обработку. В связи с этим, регрессионные зависимости определялись для относительных параметров и критериев, а также, для относительной частоты вращения, которые находились из соотношений

$$\bar{B} = \frac{B}{B_0}, \quad \bar{n} = \frac{n}{n_0}, \tag{5}$$

где B – значение параметра или критерия, соответствующего частоте вращения n конкретной винтовой характеристики;

B_0, n_0 – значения соответственно параметра и частоты вращения, соответствующие стопроцентной мощности конкретной винтовой характеристики.

В качестве примера на рис. 1 приведена регрессионная зависимость между условным критерием теплонапряженности поршня (критерий Костина) $\bar{K}_n$ и относительной частотой вращения $\bar{n}$ с указанием уравнения (в данном случае в виде полинома второй степени) и достоверности аппроксимации R.

По полученному уравнению находилась частота вращения, соответствующая предельному значению $\bar{K}_n$ для каждой утяжеленной винтовой характеристики с соответствующим коэффициентом утяжеления $\bar{C}$. Винтовые характеристики дизеля и ограничительные характеристики наносились на диаграмму $\bar{N}$-$\bar{n}$, (рис. 2).

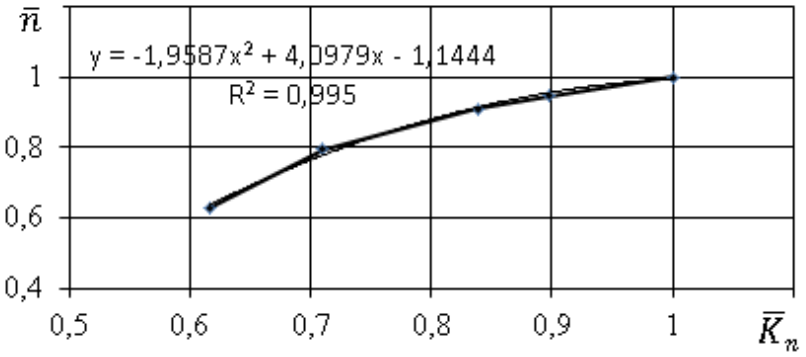


Рисунок 1 – Регрессионная зависимость между относительным условным критерием теплонапряженности поршня (критерий Костина) $\bar{K}_n$ и относительной частотой вращения $\bar{n}$

Для перерасчета относительной частоты вращения $\bar{n}_{\text{р}}$, соответствующей конкретной винтовой характеристике, в относительную частоту вращения диаграммы $\bar{n}$ использовалось соотношение

$$\bar{n} = \bar{n}_{\text{р}} \sqrt[3]{\frac{1}{\bar{C}}}. \tag{6}$$

Предельно допустимое значение относительной мощности, соответствующее $\bar{n}$ находилось по выражению

$$\bar{N}_e = \bar{C} \cdot \bar{n}^3. \tag{7}$$

Результаты исследования и их обсуждение

Диаграмма допустимых режимов работы дизеля представлена на рис. 2. Эксплуатационные параметры дизеля исследовались в широком диапазоне нагрузок при его работе на винт. В связи с этим на диаграмму нанесены винтовые характеристики: номинальная винтовая характеристика 1; утяжеленные винтовые характеристики 2, с коэффициентами утяжеления $\bar{C}$ равными 1,2, 1,4, 1,6, 2,0, 2,6, 3,0, 3,6; облегченные винтовые характеристики 3 с коэффициентами утяжеления 0,85, 0,75, 0,5, 0,25. Как отмечалось выше, винтовая характеристика для $\bar{C}$ = 3,6 соответствовала швартовной характеристике, таким образом, исследования эксплуатационных параметров дизеля проводились для диапазона всех возможных режимов работы дизеля.

Современные дизелестроительные фирмы и предприятия «Зульцер», МАН, «Бурмейстер и Вайн» и др. используют в качестве ограничительных характеристик дизелей с газотурбинным наддувом характеристику среднего эффективного давления цикла, соответствующего номинальному режиму ($p_{e0} = const$), в интервале частот вращения n=(0,9÷1,03)·n_{00}. При уменьшении частоты вращения, обусловленном утяжелением винтовых характеристик, назначенные ограничительные характеристики предусматривают резкое снижение среднего эффективного давления [8].

На диаграмме (рис. 2) приведены ограничительные характеристики дизеля 8L58/64, назначенные фирмой изготовителем (MAN B&W Diesel): характеристика среднего эффективного давления цикла 9, подтвержденная результатами теплового расчета дизеля; характеристика предельной нагрузки 4; характеристика рекомендуемых режимов работы дизеля 5. Таким образом, назначенные характеристики 4 и 5 делят поле возможных режимов работы дизеля на три зоны. Зона левее характеристики 4, где эксплуатация дизеля не допускается. Зона между характеристиками 4 и 5 соответствует режимам, ограниченным по продолжительности и повышенному вниманию обслуживающего персонала к работе

отдельных узлов и агрегатов дизеля [8]. Фирма MAN рекомендует использовать эту зону для работы на маневрах и реверсах. Зона правее характеристики 5 рекомендуется для режимов без ограничения и без превышения номинальной частоты вращения n_{00}.

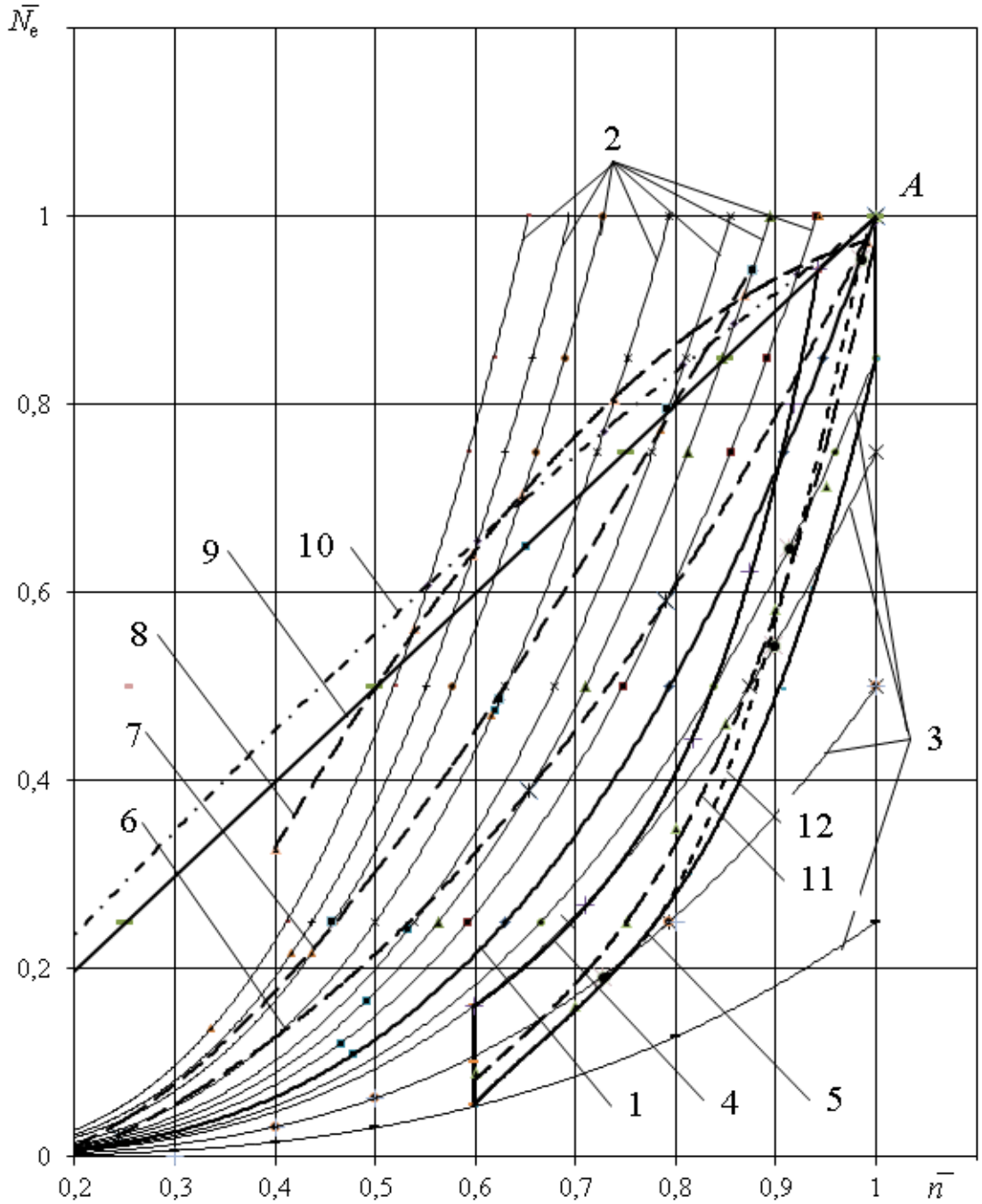


Рисунок 2 – Диаграмма допустимых режимов работы дизеля

На этапе эскизного проектирования дизелей уточняется техническое задание на проектирование и проводится корректировка диапазона рекомендуемых режимов эксплуатации. В связи с этим требуется определить ограничительные характеристики тепловой и механической напряженности дизеля, построенные по результатам тепловых расчетов дизеля, и наиболее соответствующие назначенным характеристикам 4 и 5.

В качестве предельных параметров и критериев, определяющих напряженность дизеля, приняты значения, соответствующие номинальному режиму (точка ***A*** на рис. 2).

Согласно правилам технической эксплуатации дизелей, превышение максимального давления сгорания топлива p_z, установленного для номинального режима, не допускается. Ограничительная характеристика, соответствующая предельному значению p_z, представлена

зависимостью 10. Во всем диапазоне режимов, ограниченных характеристикой $p_{e0} = const$, максимальное давление сгорания топлива не превышает предельного значения. Другие показатели механической напряженности, приведенные выше, также не превышают предельных значений (на диаграмме не представлены).

Ограничительная характеристика по критерию оценки теплонапряженности поршня (критерий Костина) [10] представлена зависимостью 8. В исследованном диапазоне винтовых характеристик, ограниченных кривой $p_{e0} = const$, превышение предельного значения этого критерия отсутствует.

В эксплуатации дизелей в качестве косвенного показателя теплонапряженности широко используют температуру отработавших газов. Достоинствами этого показателя являются возможность оценки теплонапряженности каждого цилиндра в отдельности, простота и доступность непосредственного измерения с помощью штатных приборов на судне [11]. Характеристика предельной температуры отработавших газов, полученной с учетом перемешивания с продувочным воздухом, представлена кривой 7. Ограничительные характеристики, построенные по предельным температурам рабочего тела, представлены зависимостями: по средней температуре за время цикла – 6; по температуре в конце расширения в цилиндре – 11; по максимальной температуре сгорания топлива – 12.

Анализ ограничительных характеристик, полученных для различных температур газа, определяющих теплонапряженность дизеля показал, что ближе всего к ограничительным характеристикам, назначенным фирмой изготовителем дизеля (кривые 4, 5) располагаются характеристики, построенные по температуре газа в конце расширения в цилиндре и максимальной температуре газа при сгорании топлива (кривые 11, 12). Таким образом, для получения зоны режимов, ограниченным по продолжительности и повышенному вниманию обслуживающего персонала к работе отдельных узлов и агрегатов дизеля необходимо по нагрузке дизеля $\overline{N}_e$ найти $\overline{n}$, соответствующую температуре газа в конце расширения в цилиндре, которую увеличить и уменьшить на 5% для заданной $\overline{N}_e$.

Выводы

В связи с тем, что производители дизелей не считают возможным делиться результатами, полученными для ряда эксплуатационных параметров даже с персоналом, обеспечивающим эксплуатацию оборудования, в качестве ограничительных характеристик, в первом приближении, можно принять зависимости, полученные по предельным значениям температуры газа в конце расширения в цилиндре и значениям максимальной температуры газа при сгорании топлива с соответствующим расширением диапазона режимов по частоте вращения.

Анализ ограничительных характеристик в поле винтовых характеристик показал, что двигатель 8L58/64 не предназначен для работы на винт фиксированного шага с механической передачей, так как снижение нагрузки $\overline{N}_e$<0,5 приводит к превышению тепловой напряженности. Двигатель может использоваться в качестве главного при работе на винт регулируемого шага или на винт фиксированного шага с электрической передачей.

Можно предположить, что одним из первоочередных факторов, ограничивающих теплонапряженность дизеля, являлось тепловое состояние выпускного клапана, которое, в основном, зависит от температуры газа в конце расширения в цилиндре, что повлияло на выбор назначенных ограничительных характеристик по тепловой напряженности.

Список использованной литературы:

1. *Овсянников М.К., Петухов В.А.* Дизели в пропульсивном комплексе морских судов. Справочник. Л.: Судостроение, 1987. 256 с.
2. *Горб С.С., Сандлер А.К., Будуров Н.И.* Повышение эффективности работы главного двигателя корректировкой упора гребного винта // Автоматизация судовых технических средств. 2019. Вып. 25. С. 35-52.
3. *Васькевич Ф.А., Зубко С.С.* Оценка параметров рабочего процесса главного судового дизеля по данным эксплуатационных испытаний // Известия вузов. Северо-Кавказский

регион. Технические науки. 2018. № 3. С. 89-94.
4. Diesel Facts. A Technical Customer Magazine of MAN Diesel & Turbo. 3/2013. P. 12.
5. *Конюков В.Л.* Улучшение эксплуатационных параметров четырехтактного дизеля, работающего по винтовой характеристике, путем использования регулируемого соплового аппарата турбокомпрессора при увеличении противодавления на выпуске // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 3. С. 73-89.
6. А. с. RU2022685277 Российская Федерация. Программа расчета параметров рабочего процесса дизеля с наддувом «Diesel K»: программа для ЭВМ / А.Н. Горбенко. 22.12.2022. Бюл. №1.
7. *Конюков В.Л., Михайлык В.Э.* Критерии оценки ограничительных параметров при сравнении эффективности регулируемого соплового аппарата турбокомпрессора судового дизеля // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 2. С. 134-148.
8. *Кацман Ф.М.* Эксплуатация пропульсивного комплекса морского судна. М.: Транспорт, 1987. 223 с.
9. *Самсонов В.И., Худов Н.И.* Двигатели внутреннего сгорания морских судов: учебник. 2-е изд. М.: Транспорт, 1990. 368 с.
10. *Возницкий И.В., Иванов Л.А.* Предотвращение аварий судовых двигателей внутреннего сгорания. М.: Транспорт, 1971. 191 с.
11. *Олейников Б.Н.* Техническая эксплуатация дизелей судов флота рыбной промышленности: учебное пособие. М.: Агропромиздат, 1986. 269 с.

References:

1. Ovsyannikov M.K.. Petukhov V.A. *Dizeli v propulsivnom komplekse morskikh sudov* [Diesel engines in the propulsion complex of marine vessels]. Leningrad, Sudostroyeniye Publ., 1987, 256 p. (In Russian).
2. Gorb S.S., Sandler A.K., Budurov N.I. Povysheniye effektivnosti raboty glavnogo dvigatelya korrektirovkoy upora grebnogo vinta [Improving the efficiency of the main engine by adjusting the propeller stop]. *Avtomatizatsiya sudovykh tekhnicheskikh sredstv* [Automation of ship technical means], 2019, vol. 25, pp. 35-52. (In Russian).
3. Vaskevich F.A., Zubko S.S. Otsenka parametrov rabochego protsessa glavnogo sudovogo dizelya po dannym ekspluatatsionnykh ispytaniy. [Evaluation of the parameters of the working process of the main marine diesel engine according to operational tests]. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Tekhnicheskiye nauki* [News of universities. The North Caucasus region. Technical sciences], 2018, no. 3, pp. 89-94. (In Russian).
4. Diesel Facts. A Technical Customer Magazine of MAN Diesel & Turbo. 3/2013, p. 12.
5. Konyukov V.L. Uluchsheniye ekspluatatsionnykh parametrov chetyrekhtaktnogo dizelya. rabotayushchego po vintovoy kharakteristike. putem ispolzovaniya reguliruyemogo soplovogo apparata turbokompressora pri uvelichenii protivodavleniya na vypuske [Improving the operational parameters of a four-stroke diesel engine operating according to the screw characteristic by using an adjustable turbocharger nozzle with an increase in the back pressure at the outlet]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University. Kerch], 2022, no. 3, pp. 73-89. (In Russian).
6. *Programma rascheta parametrov rabochego protsessa dizelya s nadduvom «Diesel K»* [The program for calculating the parameters of the working process of a supercharged diesel “Diesel K”]. Author’s license no. RU2022685277 Russian Federation, 22.12.2022. (In Russian).
7. Konyukov V.L., Mikhaylyk V.E. Kriterii otsenki ogranichitelnykh parametrov pri sravnenii effektivnosti reguliruyemogo soplovogo apparata turbokompressora sudovogo dizelya [Criteria for evaluating restrictive parameters when comparing the efficiency of the adjustable nozzle unit of a marine diesel turbocharger]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo*

tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2022, no. 2, pp. 134-148. (In Russian).
8. Katsman F.M. *Ekspluatatsiya propulsivnogo kompleksa morskogo sudna.* [Operation of a propulsive complex of a marine vessel]. Moscow, Transport Publ., 1987, 223 p. (In Russian)
9. Samsonov V.I., Khudov N.I. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya morskikh sudov* [Internal combustion engines of marine vessels]. Moscow, Transport Publ., 1990, 368 p. (In Russian).
10. Voznitskiy I.V., Ivanov L.A. *Predotvrashcheniye avariy sudovykh dvigateley vnutrennego sgoraniya* [Prevention of accidents of marine internal combustion engines]. Moscow, Transport Publ., 1971, 191 p. (In Russian).
11. Olejnikov B.N. *Tekhnicheskaya ekspluatacziya dizelej sudov flota rybnoj promyshlennosti* [Technical exploitation of diesels of vessels of fishing industry fleet]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986, 269 p. (In Russian).

Сведения об авторе / Information about author

Конюков Вячеслав Леонтьевич	канд. техн. наук, доцент кафедры судовых энергетических установок Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 seykgmtu@gmail.com
Konyukov Viacheslav Leontievich	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the department of ship power plants Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crime, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 seykgmtu@gmail.com

УДК 629.123;349.6:67.02 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.007**

Турнеев В.Р., Богатырева Е.В.

ГИДРОУДАР И КАВИТАЦИЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ БАЛЛАСТНЫХ ВОД

Аннотация. На поприще современности все морские державы Мирового сообщества по контролю над операциями по балластным водам в течение последних трех десятилетий постоянно совершенствуют законодательную базу по защите своей морской экономической зоны от инвазивных живых существ в балластных водах судов. Качество балластной воды должно полностью отвечать жестким требованиям Правила D-2 Конвенции по управлению балластными водами. Перед судовладельцами стоит задача переоснащения морских судов с целью установки новейших инновационных систем управления водным балластом, которые бы удовлетворяли требования ИМО, что является дорогостоящей процедурой. В статье проводится сравнительная характеристика механических методов подготовки балластных вод при комплексном обеззараживании. В статье приведено описание таких явлений, как гидроудар и кавитация. В результате дана оценка возможности их использования в комплексном обеззараживании балластных вод в судовых условиях, обозначены задачи дальнейших исследований.
Ключевые слова: гидроудар, кавитация, балластные воды, биологические инвазии, обеззараживание балластных вод.

Turneev V.R., Bogatyreva E.V.

WATER HAMMER AND CAVITATION AS COMPONENTS OF COMPLEX BALLAST WATER TREATMENT

Abstract. In the field of modernity, all the maritime powers of the World community for the control of ballast water operations over the past three decades have been constantly improving the legislative framework for the protection of their marine economic zone from invasive living creatures in the ballast waters of ships. The quality of ballast water must fully meet the stringent requirements of Regulation D-2 of the Ballast Water Management Convention. Shipowners are faced with the task of re-equipping sea vessels in order to install the latest innovative ballast water management systems that would meet IMO requirements, which is an expensive procedure. The article presents a comparative characteristic of the mechanical methods of ballast water preparation during complex disinfection. The article describes such phenomena as water hammer and cavitation. As a result, the assessment of the possibility of their use in the complex disinfection of ballast water in ship conditions is given, the tasks of further research are outlined.
Keywords: water hammer, cavitation, ballast water, biological invasions, disinfection of ballast water.

Введение

Администрация портов для судов, которые заходят в акваторию, предлагает сброс балластных вод, не соответствующих нормативу приложения D-2, в береговые емкости для дальнейшей их очистки за определенную плату. В соответствии с международными нормами по обеспечению контроля за сбросом балластных вод в прибрежных водах (экономической зоны) государственные органы имеют право осуществлять контроль за балластными операциями судов [1].

Способы очистки балластных вод могут быть разделены на физико-механические и химические. Практически всегда используются комбинированные методы очистки, состоящие из двух и более различных процессов. В большинстве случаев на первом этапе происходит механическое отделение больших частиц фильтрами или гидроциклонами. Используются автоматические, самоочищающиеся фильтрующие системы с размером ячеек около 40 мк. В

результате меньшие организмы остаются в воде. Другие методы физического воздействия – это применение ультразвука и кавитации, которые приводят к механическому разрушению частиц и организмов. Также высокие энергетические методы, такие, как нагревание, ультрафиолетовое излучение или электрический импульс. Существуют несколько одобренных ИМО методов комбинацией высокоэффективных фильтров и ультрафиолетовой радиации, в результате использования которых достигается стандарт D-2. Эти системы не представляют химической опасности для людей или окружающей среды, но их недостатками являются высокое энергопотребление и потенциальные проблемы с производительностью в водах с высокой мутностью или высоким содержанием растворенных органических веществ, что может снизить проникновение ультрафиолетового излучения.

Химические дезинфицирующие средства действуют на молекулярном уровне. Большинство агентов подавляет биологические процессы химическими реакциями с биомолекулами, такими как мембранные элементы, белки или нуклеиновые кислоты. Сильные окислители, из-за их высокой реактивности, не только реагируют с организмами, которые будут инактивированы, но также и со многими другими водными компонентами [1, 2].

При выборе способа подготовки балластных вод важно понимать, как система влияет на работу судна, поскольку количество балластной воды, перекачиваемой на борт судна, может значительно различаться, и различные системы обрабатывают воду различного качества по-разному.

Обработка балластной воды перед сбросом предотвращает транспортировку и внедрение потенциально инвазивных видов в местные экосистемы. Полное понимание различных технологий, их преимуществ и ограничений закладывает основу для принятия правильного решения при выборе системы обеззараживания.

Рассмотрим гидроудар и кавитацию как способы комплексной очистки балластных вод.

Целью исследования является оценка возможности использования гидроудара и кавитации в комплексном обеззараживании балластных вод в судовых условиях, обозначение задач дальнейших исследований.

Материалы и методы исследования

В работах, посвященных гидродинамической кавитации, которая является неотъемлемой частью ряда методов обеззараживания балластных вод, авторами рассмотрены итоги исследований и подтверждено широкое и успешное использование кавитации при обеззараживании балластных вод [3-6].

В работах [7-10] описано явление гидроудара. В настоящее время гидроудар не применяется для очистки балластных вод. В данной статье сделана попытка оценить возможность использования гидроудара для очистки балластных вод, что является научной новизной.

В процессе работы над данной статьей использовались методы аналогии и дедукции.

Результаты исследования и их обсуждение

Кавитация как метод очистки широко и успешно используется при обеззараживании балластных вод – в очистных установках используются кавитаторы.

На рисунке 1 представлена схема установки по очистке балластных вод с кавитатором. В представленном устройстве вода из балластных танков судна 5 перекачивается балластным насосом 1 и подается на гидродинамический кавитатор 3. Озоно-воздушная смесь или выпускные газы смешиваются с обрабатываемой водой.

Один из вариантов конструкции кавитатора представлен на рисунке 2. Данный кавитатор предлагается использовать для очистки сточных вод. Во входное сопло 2 подается поток рабочей жидкости и попадает на спиралевидную лопасть 8 и закручивается там, после чего попадает в торообразную кавитационную камеру 3 [5].

Явление гидроудара открыл Н. Е. Жуковский в 1897-1899 гг. Гидроудар описывается формулой Жуковского (1), которая используется для определения ударного повышения давления.

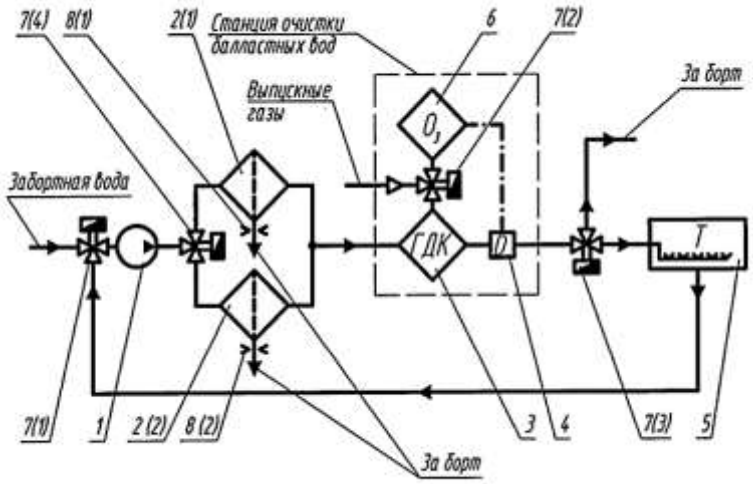


Рисунок 1 – Установка по очистке балластных вод:
1 – балластный насос; 2 – сетчатые самоочищающиеся фильтры;
3 – гидродинамический кавитатор; 4 – датчик окислительно-восстановительного потенциала;
5 – балластные танки судна; 6 – озонаторный агрегат; 7 – трубопроводы;
8 – приводная арматура

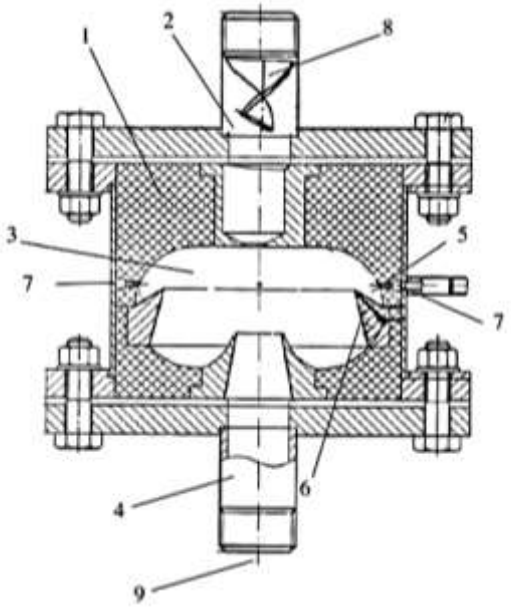


Рисунок 2 – Гидродинамический кавитатор:
1 – корпус; 2 – входное сопло; 3 – кавитационная камера; 4 – выходное сопло; 5 – проточка;
6 – кольцо; 7 – отверстие; 8 – спиралевидная лопасть; 9 – ось кавитационной камеры

$$\Delta p_{\text{уд}} = \rho V a, \tag{1}$$

где ρ – плотность жидкости;
V – средняя скорость движения жидкости в трубопроводе;
a – скорость распространения гидроудара.

$$a = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1+\frac{Kd}{E\delta}}}, \tag{2}$$

где K – модуль объемного сжатия (расширения) жидкости;
E – модуль упругости материала стенок трубопровода;
d – диаметр трубопровода;
δ – толщина стенок трубопровода.

Таким образом, в случае абсолютно твердой стенки ($E\delta \gg Kd$) скорость распространения гидроудара будет совпадать со скоростью звука в жидкости. График зависимости скорости распространения гидроудара от величины $\frac{Kd}{E\delta}$ приведен на рисунке 3.

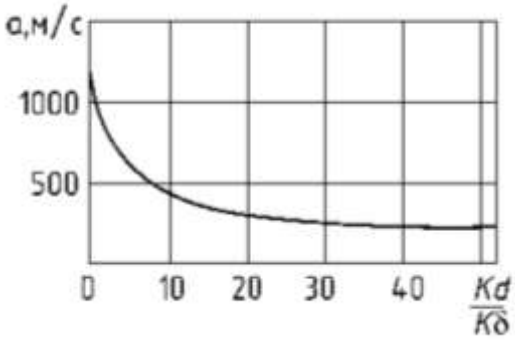


Рисунок 3 – Скорость распространения гидроудара в зависимости от величины $\frac{Kd}{E\delta}$

Жуковский доказал существование прямо пропорциональной зависимости скорости распространения ударной волны от сжатия жидкости, величины деформации стенок трубопровода, а также от диаметра трубопровода. Если перекрытие потока происходит медленно, кран перекрывает поток за определенное время τ, то здесь возникают условия перехода к косвенному гидроудару [7-10]. В зависимости от материала труб, его эластичности, отношение $\frac{K}{E}$ также будет изменяться (таблица 1).

Таблица 1 – Значение $\frac{K}{E}$ для различных материалов труб

Материал труб	$\frac{K}{E}$
Сталь	0,01
Чугун	0,02
Железобетон	0,065-0,09
Бетон	-0,1
Асбоцемент	0,11
Оргстекло	0,5-0,8
Полиэтилен	1-1,5
Резина	120-350

Гидроудар дает не только негативный эффект, но и положительный, который применяется в работе такого устройства, как гидротаран. В гидротаране используется явление гидравлического удара, при котором кратковременно резко повышается давление при внезапной остановке потока жидкости в жесткой трубе.

Есть много различных модификаций гидротарана, в частности, подводный гидротаран в водоподъемных гидротаранных установках для подъема воды из водоемов.

После длительной эксплуатации трубопроводов на их внутренних стенках появляется налет. Чтобы его устранить, используется явление локального гидроудара, при котором временно увеличивается диаметр трубы и налет от стенок отрывается. Эта чистка получила название ударно-деформационной или гидродинамической. В трубе в результате включения и

отключения насоса создается пневмовзрыв, которые приводит к гидроудару. Таким методом восстанавливают пропускную способность трубопроводов в промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве. Таким образом проводится эффективная очистка стальных, чугунных, железобетонных, керамических и асбестовых труб диаметром до 2 м.

Известен способ разрушения ледяного покрова при помощи гидроудара. В потоке резко происходит остановка движения жидкости, то есть скачкообразно уменьшается скорость, что приводит к гидроудару. В результате кинетическая энергия подвижных масс жидкости превращается в потенциальную энергию повышенного давления. В результате наблюдается также скачкообразный рост давления. Из курса гидромеханики известно, что во время движения тела в жидкости за ним возникает попутный поток, то есть струя жидкости поступательно движется за телом. При торможении тела, например, судна, попутный поток на своем пути встретит преграду в виде остановленного судна, что приведет к уменьшению скорости частиц в попутном потоке и увеличению давления в кормовой части судна, то есть к гидроудару, который можно использовать для увеличения эффекта разрушения ледового покрова с помощью изгибных гравитационных волн [10].

Явление мощного высоковольтного электрического разряда в жидкости получило название «подводного взрыва» и впервые было получено инженером Л. А. Юткиным. Сам инженер назвал своё открытие «электрогидравлическим эффектом», или электрогидроударом.

Представляется возможным использование электрогидроудара Юткина [8, 9] для обеззараживания балластной воды крупнотоннажных судов. Балластная вода, трижды обработанная (химическими реагентами, фильтрованием и ультрафиолетовым излучением), поступает в блок высокочастотного электрогидравлического удара, в котором за счет электрогидравлического разряда чередующимися импульсами продолжительностью 10^{-6} сек при мгновенной мощности импульса 50-1000 МВт создается электрогидравлический удар ультразвукового эффекта с высокой степенью ионизации, что приводит к уничтожению инвазивных включений и бактериальных штаммов. Испытание установки для обеззараживания и очистки балластной воды, с помощью которой реализуется способ, было проведено на базе ДИ НУ «ОМА» (город Измаил) [7]. После обработки балластной воды содержание всех кишечных энтерококков стало меньше на 30 % с применением электрогидравлического удара, а с применением электрогидравлического удара и тонкой фильтрации через саморазгрузочный фильтр с наноуглеродными трубками (один из важнейших узлов системы) происходит 100%-ное обеззараживание. По желанию судовладельца, фильтрующие нанотехнологические диски могут быть заменены на диски дешевле из фибры, целлюлозы и других материалов. Но при такой замене необходимо будет подключить высокочастотный электрогидравлический удар. Установка универсальна и способна работать также по очистке и обеззараживанию сточных вод городских канализаций и предприятий [7]. Благодаря такому эффекту уничтожается практически вся органика в балластной воде, что исключает переселение морских биологических организмов из одного района мирового океана в другой.

Исходя из сказанного выше, можно заключить, что явление кавитации широко используется при обеззараживании балластных вод. Что касается гидроудара, то для обеззараживания возможно его использование только в виде электрогидроудара. Состоятельность такого способа именно для балластной воды не доказана. В результате описанного явления электрическим эффектом на судне может быть «спровоцировано» достаточно высокое напряжение.

Выводы

Для внедрения электрогидроудара следует выяснить, смогут ли судовые двигатели при этом надежно работать.

Очистка балластных вод химическими веществами создает новые проблемы для охраны окружающей среды и здоровья населения. Дальнейшее совершенствование кавитационной обработки и внедрение электрогидроудара для обеззараживания балластных вод важно с

точки зрения экологической безопасности, так как применение химических веществ в данных случаях можно будет если не исключить, то значительно уменьшить.

Список использованной литературы:

1. International Maritime Organization (IMO). URL: https://www.imo.org/en (дата обращения: 20.04.2022).
2. *Banerji S., Werschkun B., Hofer T.* Assessing the risk of ballast water treatment to human health // Regul. Toxicol. Pharm., 2012. Vol. 62. P. 513-522. DOI:10.1016/j.yrtph.2011.11.002.
3. *Комарова Е.В., Слабунова А.В., Харитонов С.Е.* Применение эффекта кавитации при очистке сточных вод животноводства // Экология и водное хозяйство. 2021. Т. 3. № 2. С. 61-74. DOI: 10.31774/2658-7890-2021-3-2-61-74.
4. Патент № 150765 РФ. Устройство для очистки балластных вод / А.С. Курников, Д.С. Мизгирев, Н.В. Сустретова. МПК С0 2F 9/04. 2015. Бюл. № 6.
5. Патент № 179223 РФ. Гидродинамический кавитатор для обеззараживания жидкости / О.Л. Почкалов. МПК С02F 1/34, МПК В06В 1/20. 2018.
6. *Werschkun B., Banerji S., Basurko O.C. et al.* Emerging risks from ballast water treatment: The run-up to the International Ballast Water Management Convention // Chemosphere. 2014. № 112. P. 256-266.
7. *Тірон-Воробйова Н.Б., Данилян А.Г., Романовська А.Р.* Баластна вода: електрогідроудар Юткіна – один із дієвих шляхів щодо її знезараження // Технології захисту навколишнього середовища. 2019. № 4. С. 67-72.
8. *Юткин Л.А.* Электрогидравлический эффект. Л.: Машгиз, 1955. 50 с.
9. *Юткин Л.А.* Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л.: Машиностроение, 1986. 254 с.
10. *Тарасевич В.В.* О максимальном давлении при гидравлическом ударе, сопровождающемся разрывом сплошности потока // Гидротехническое строительство. 1980. № 8. С. 15-18.

References:

1. International Maritime Organization (IMO). (In English). Available at: https://www.imo.org/en (accessed 20.02.2022).
2. Banerji S., Werschkun B., Hofer T. Assessing the risk of ballast water treatment to human health. *Regul. Toxicol. Pharm.*, 2012, vol. 62, pp. 513-522. DOI: 10.1016/j.yrtph.2011.11.002. (In English).
3. Komarova E.V., Slabunova A.V., Haritonov S.E. Primenenie effekta kavitacii pri ochistke stochnyh vod zhivotnovodstva [Application of the cavitation effect in animal husbandry wastewater treatment]. *Ekologiya i vodnoe hozyajstvo* [Ecology and Water Management], 2021, vol. 3, no. 2, pp. 61-74. (In Russian). DOI: 10.31774/2658-7890-2021-3-2-61-74.
4. Kurnikov A.S., Mizgirev D.S., Sustretova N.V. *Ustrojstvo dlya ochistki ballastnyh vod* [Ballast water treatment device]. Patent RF no. 150765, MPK S0 2F 9/04, 2015. (In Russian).
5. Pochkalov O.L. *Gidrodinamicheskij kavitator dlya obezzarazhivaniya zhidkosti* [Hydrodynamic cavitator for liquid disinfection]. Patent no. 179223 RF, MPK S02F 1/34, MPK B06B 1/20, 2018. (In Russian).
6. Werschkun B., Banerji S., Basurko O.C. et al. Emerging risks from ballast water treatment: The run-up to the International Ballast Water Management Convention. *Chemosphere*, 2014, vol. 112, pp. 256-266. (In English).
7. Tiron-Vorobiova N.B., Danylian A.H., Romanovska A.R. Balastna voda: elektrohidroudar Yutkina – odyn iz diievykh shliakhiv shchodo yii znezarazhennia [Ballast water: Yutkin's electrohydrocharger is one of the most effective ways to disinfect it]. *Tekhnolohii zakhystu navkolyshnoho seredovyshcha* [Environmental Protection Technologies], 2019, no. 4, pp. 67-72. (In Ukrainian).
8. Yutkin L.A. *Elektrogidravlicheskij effekt* [Electrohydraulic effect]. Leningrad, Mashgiz Publ., 1955, 50 p. (In Russian).

9. Yutkin L.A. *Elektrogidravlicheskij effekt i ego primenenie v promyshlennosti* [Electrohydraulic effect and its application in industry]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1986, 254 p. (In Russian).
10. Tarasevich V.V. O maksimal'nom davlenii pri gidravlicheskom udare, soprovozhdayushchemsya razryvom sploshnosti potoka [On the maximum pressure during a hydraulic shock accompanied by a break in the continuity of the flow]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydraulic Engineering Construction], 1980, no. 8, pp. 15-18. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Турнеев Виктор Романович	курсант 4-го курса специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок» Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 bogatyreva-mf@mail.ru
Turneev Viktor Romanovich	4th year cadet of the specialty “Operation of ship power plants” 28309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 bogatyreva-mf@mail.ru
Богатырева Елена Владимировна	канд. техн. наук, доцент кафедры судовых энергетических установок Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 bogatyreva-mf@mail.ru
Bogatyreva Elena Vladimirovna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of marine power plants Kerch State Maritime Technological University 28309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 bogatyreva-mf@mail.ru

UDC [621.313.1/.3:681.5]=811.111 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.008**

I.L. Titov, M. A. Osipova, S. N. Frolova

THE CONTROLLING OF GAS DIESEL GENERATING SETS USING FUZZY CONTROLLER

Abstract. The paper considers the controlling of gas diesel generating sets using fuzzy controller named proportional-integral-differential controller (PID controller) and its clear definition is given. The profound investigations of supplemental devices application necessity which regulate the PID controller operation are performed. The paper presents the analysis of gas diesel generator operation means with the use of a fuzzy controller making an actuating signal composed of the sum of three summands. It is defined that due to abrupt changes of the object operation mode over which the controlling is carried out or while transmitting of the given object to the alternative mode of operation the quality of transmitting process in the system with the PID controller can be unsatisfied. Therefore, the need for using supplemental devices to correct the operation of the PID controller arises. It is proved that the technology of fuzzy logic can be used in the gas diesel generator (GDG) rotation frequency control system.
Keywords: PID controller, gas diesel generating set, automatic control systems, Matlab, fuzzification unit, fuzzy logic controller.

Титов И.Л., Осипова М.А., Фролова С.Н.

УПРАВЛЕНИЕ ГАЗОДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫМИ АГРЕГАТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА

Аннотация. В данной статье рассматривается управление газодизель-генераторными агрегатами с использованием нечеткого регулятора, а именно пропорционально-интегрально-дифференцирующего (ПИД) регулятора и дается его четкое определение. Проведены глубокие исследования, связанные с необходимостью использования вспомогательных устройств, регулирующих работу ПИД-регулятора. В статье представлен анализ способов управления газодизельными генераторами с использованием нечеткого регулятора, формирующего управляющий сигнал, представляющий собой сумму трех слагаемых. Выявлено, что при достаточно резких изменениях режима работы объекта, над которым производится управление, или при переходе данного обьекта на другой режим работы качество переходного процесса в системе с ПИД-регулятором может оказаться неудовлетворительным. Вследствие чего у нас возникает необходимость, использования дополнительных устройств, которые смогут корректировать работу ПИД-регулятора. Определено, что в системе управления частоты вращения ГДГА может использоваться технология нечеткой логики.
Ключевые слова: ПИД-регулирование, газодизель-генераторный агрегат, системы автоматического управления, Matlab, блок фаззификации, регулятор с использованием нечеткой логики.

Introduction. A great number of mobile offshore drilling units are being created and developed for crude oil production. These units have an autonomous power supply system, in which, as a rule, diesel engines are used as prime movers of generators. The gas diesel engines are the perspective alternative to diesels.

In comparison with fuel oil diesels, gas diesel generators (GDG) provide lower fuel costs, the possibility of effective use of gas with different chemical composition, including associated gas. Moreover, in case of emergency of gas- supply system it is possible complete switching over the diesel mode of operation without losses of efficiency and plant power.

Nowadays, gas diesel generators (GDG) are being implemented fast into electrical power

stations, where their single operation is sufficient; it means that they found their application as single systems of autonomous power supply. Thus, the use of gas diesel generator in power supply system of drilling rigs, the generating capacity of which cannot be provided by single generator units, is almost impossible nowadays. Therefore, the controlling of gas diesel generating sets based on fuzzy logic will be studied in this paper.

The purpose of the study is to investigate the necessity for the use of supplemental devices that adjust the operation of PID controller.

Materials and research methods. The ways of gas diesel generator operation with the usage of fuzzy controller forming an actuating signal being the sum of three summands (three feedback signals) are given. The first of them is proportional to the difference between the input signal and the feedback signal (such signal is considered as error signal), the second one is proportional to integral of error signal, the third one is proportional to the error signal derivative. Necessary settings for a specified object operation are easily performed in the PID controller and provide required parameter stabilization that should be adjusted in case of minor deviations from specified value. The critical overview of the methods of operating gas diesel generators by using a fuzzy controller (PID controller) [1-4], as well as the assessment of their correspondence to reasonable requirements [5-7] was carried out. The researches connected with necessary usage of supplemental devices adjusting the PID controller operation regulating generated voltage frequency of gas diesel generator set are fulfilled with the review of scientific periodicals [8-11] given in the paper. The scientific novelty of the paper is as follows: according to the investigations fulfilled in the system with PID controller a number of objects and conditions for which the application of this system is effective was identified. The need for usage of modern devices that regulate the operation of PID controller was studied.

Research results and their discussion. The functional scheme of the automatic control system (ACS) based on fuzzy logic (control system with fuzzy controller (FC)) is given below in figure 1 [1]. The given scheme consists of several devices: a comparator, a fuzzy controller, a gas-diesel generator control object and feedback circuit.

The fuzzy controller includes three main units: a fuzzification unit, a unit of logic decision formation and defuzzification unit [2].

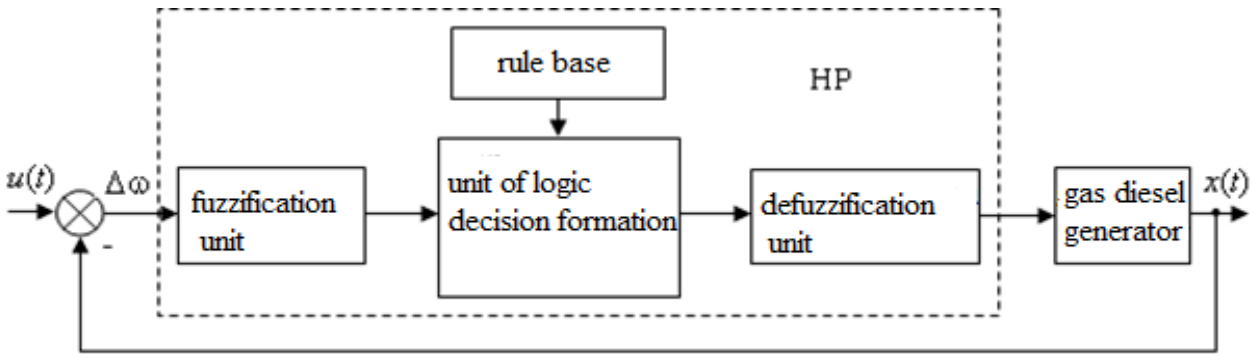


Figure 1 – Functional scheme of the automatic control system

The rule base includes provisions and conclusions, which in turn are fuzzy statements. A fuzzy statement includes a linguistic variable and therm which is presented by ac fuzzy set.

In the fuzzification unit all input linguistic variables xi, i=1,2,…,n, such as a system error ε, a rate of error variation ε’ (first-order derivative), an acceleration error ε’’are characterized in a good manner by therm sets (the set of all possible values of linguistic variable), which are described using the universal set and membership function μ(u). The current values of input variables are turned into linguistic ones.

The linguistic rules in the form IF (initial situation) and THEN (retroaction) are recorded on the basis of knowledge matrix (the rule base) in the unit of logic decision formation . The result is achieved by corresponding definition of rules according to which one of the rules for any linguistic magnitude of the control action is acceptable at minimum.

In the defuzzification unit, the obtained resulting membership function for control action on the control object is turned into a numeric value, as a rule by defining “the gravity center” of resulting figure plane being under resulting function diagram [3]. Common rule of the abscissa gravity center calculation sc=S(uc,μc) of the surface section which is covered by resulting function μ(u) in the limit of the variable u alteration from u1 till u2, is obtained by the formula:

$$u_c = \frac{\int_{U_1}^{U_2} u\mu(u)du}{\int_{U_1}^{U_2} \mu(u)du}. \quad (1)$$

The integration rule by the trapezoidal method with discretization interval u0, deduces:

$$u_c = \frac{\frac{u_0\mu_0}{2} + \sum_{i=1}^{M-1} u_i\mu_i + \frac{u_2\mu_M}{2}}{\frac{\mu_0}{2} + \sum_{i=1}^{M-1} u_i + \frac{\mu_M}{2}}, \quad (2)$$

where $\frac{u_2 - u_1}{M} = u_0$ – is the discretization interval; M – is the number of diskettes on the interval u_2-u_1, i=1,2,3,…, M-1.

While realization of the controller with fuzzy logic it is convenient to choose trapezium-shaped and triangular shaped therms. In such a case the resulting membership function is a piecewise linear one and the center of gravity is obtained by the formula:

$$u_c = \frac{\sum_{k=1}^{N}(a_{k+1} - a_k)[(2a_{k+1} + a_k)b_k + (2a_k - a_{k+1})b_k]}{3\sum_{k=1}^{N}(a_{k+1} - a_k)(b_{k+1} + b_k)}, \quad (3)$$

where N – is for the number of apexes; a_k, b_k – represent the apexes positions of the resulting figure [3].

Calculated magnitude u_c afterwards is transformed into the control action magnitude affecting the required controlled object by means of inverse mapping magnitude u_c from the integrated ground set to the variation range [m_{min}, m_{max}] of linguistic variable of the control action onto the object m.

The structure of one of possible variants of fuzzy controller application for variation of amplification gains of a PID – controller revolutions of a gas diesel generator is shown on the figure 2.

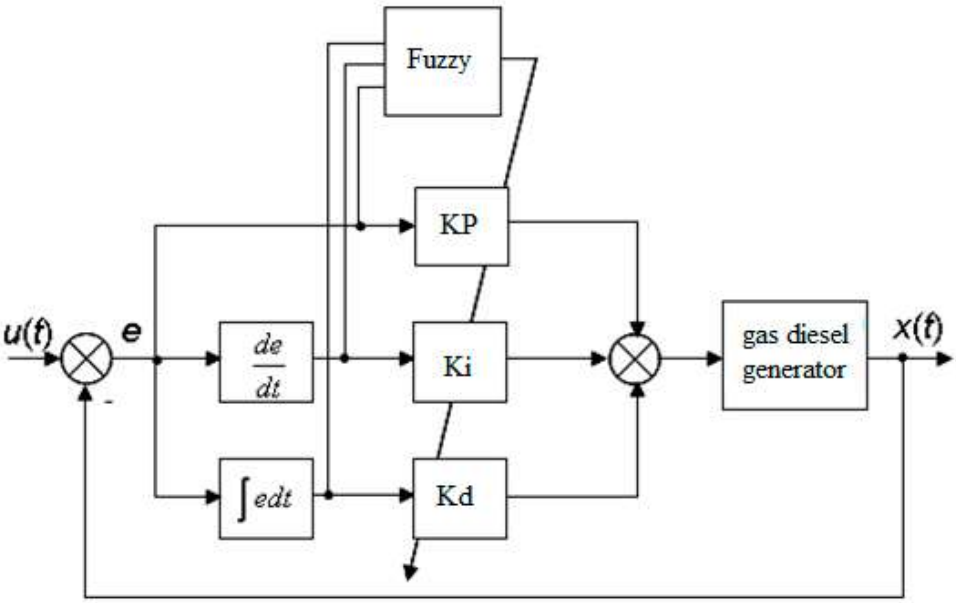


Figure 2 – Structural diagram

“The given fuzzy controller is constructed according to the Mamadani algorithm which describes some sequential stages (fig. 3). In so doing, each subsequent stage receives input values of the previous one” [4].

The fuzzy Mamdani type controller designed in Matlab (fig. 4) is used in operation [4].

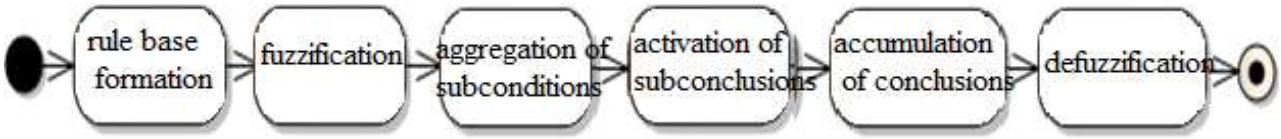


Figure 3 – Scheme of fuzzy inference procedure activity

“The algorithm is interested because of its operation principle named “black box”. Quantitative values enter at the input, at the output there are the same ones. Fuzzy logic apparatus and fuzzy sets theory are used at the intermediate stage. This is the attraction of fuzzy systems using. One can handle habitual numerical data but at the same time use flexible possibilities which are given by fuzzy output systems” [5].

The cluster Fuzzy Logic Toolbox in Matlab has got a simple interface which allows to design and diagnose fuzzy models easily.

Current power value consumed from the gas diesel generator (GDG) as well as the rate of power change are used as input variables. Linguistic therms corresponding to some ranges of crisp values are given for every variable. It is considered to use three therms for input variable “power” (*P*): PL – Positive Low, PM – Positive Medium, PH – Positive High. Three therms are used for input variable “the rate of power change” (*dP*): NL – Negative Low, Z – Close to Zero, PL – Positive Low. Figures 5, a and 5, b represent the membership function of variable “power” and “the rate of power change correspondingly”.

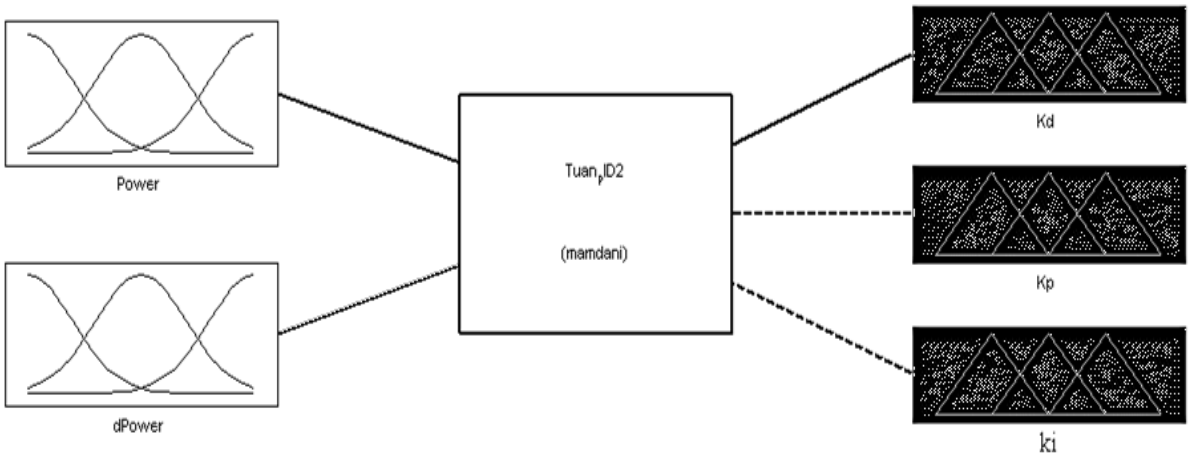


Figure 4 – Controller structure

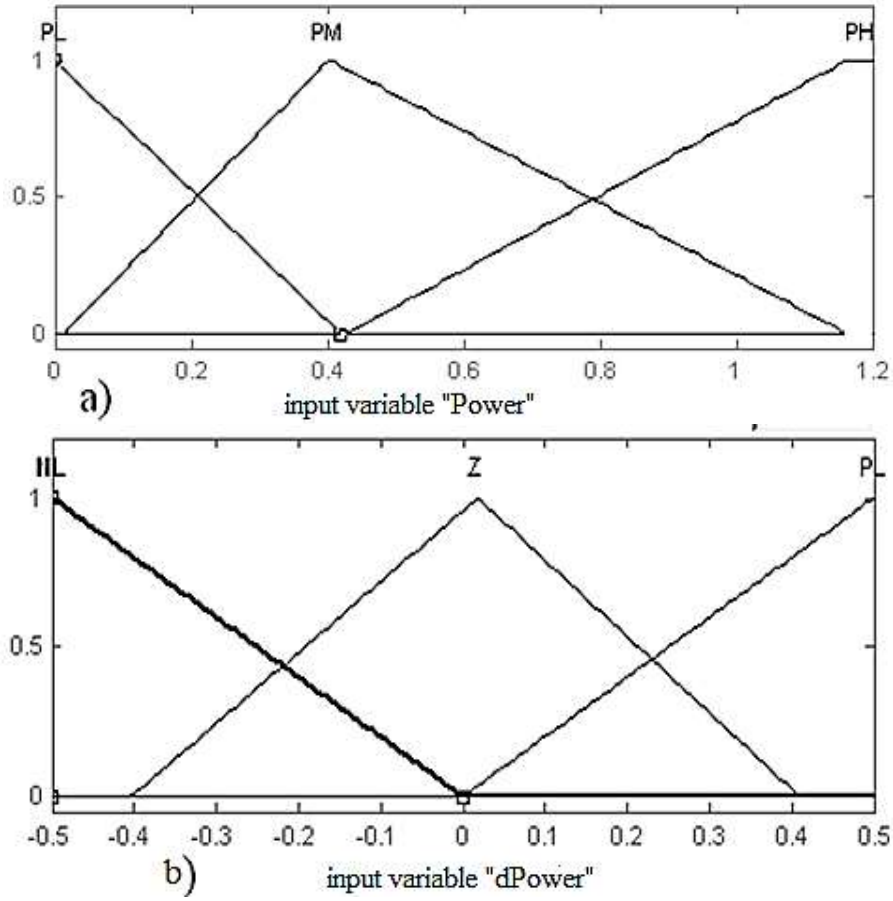


Figure 5 – Membership functions of controller

Analytic formula [5] of triangular function has the following view:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, x \le a \\ \dfrac{x-a}{b-a}, a \le x \le b \\ \dfrac{c-x}{c-b}, b \le x \le c \\ 0, c \le x \end{cases}, \quad (4)$$

where *a*, *b*, *c* – parameters of membership function.

Rule base for *Kd*, *Kp* and *Ki* is one of the form:

Table 1 – Rule base for Kd, Kp and Ki

If	and	So
P=PL	*dP=NL*	*Kd=PL, Kp=PL, Ki=PL*
P=PL	*dP=Z*	*Kd=PL, Kp=PL, Ki=PL*
P=PL	*dP=PL*	*Kd=PL, Kp=PM, Ki=PM*
P=PM	*dP=NL*	*Kd=PM, Kp=PM, Ki=PL*
P=PM	*dP=Z*	*Kd=PM, Kp=PM, Ki=PM*
P=PM	*dP=PL*	*Kd=PH, Kp=PM, Ki=PM*
P=PH	*dP=NL*	*Kd=PM, Kp=PH, Ki=PM*
P=PH	*dP=Z*	*Kd=PH, Kp=PH, Ki=PH*
P=PH	*dP=PL*	*Kd=PH, Kp=PH, Ki=PH*

Kd, Kp, Ki – are three outputs of the PID controller though which it should operate the system. Range of output variations: $Kp=[Kp_{min}\ Kp_{max}]=[0\ldots0.02]$, $Ki=[Ki_{min}\ Ki_{max}]=[0\ldots0.00025]$, $Kd=[Kd_{min}\ \mathrm{Kd}_{max}]=[0\ldots0.005]$ [6].

Nonlinear relation of the controller differential section ratio [7] according to the magnitude at the fuzzy controller input is shown in figure 6:

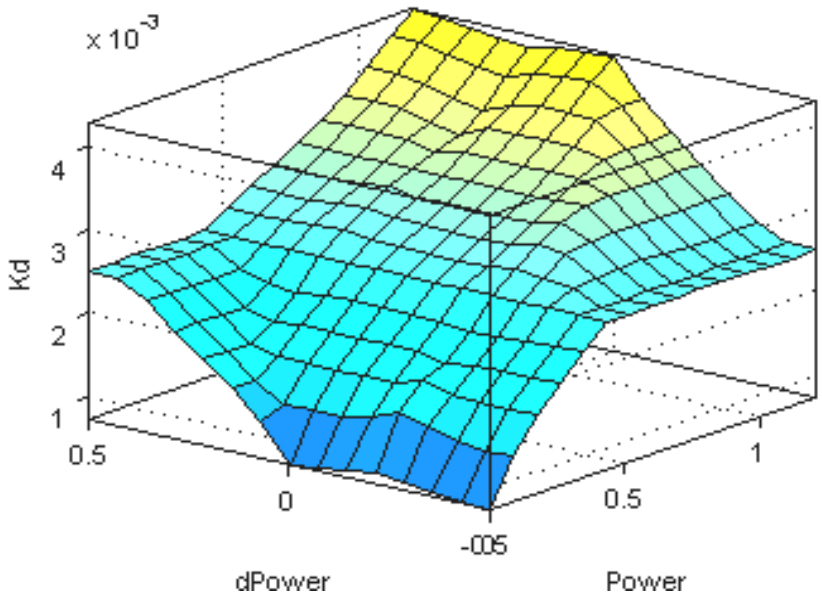


Figure 6 – Relation of the controller differential section ratio according to the magnitude at the fuzzy controller input

The surface of fuzzy output for the coefficient *Kp* of the proportional component is of the form [8] shown in figure 7.

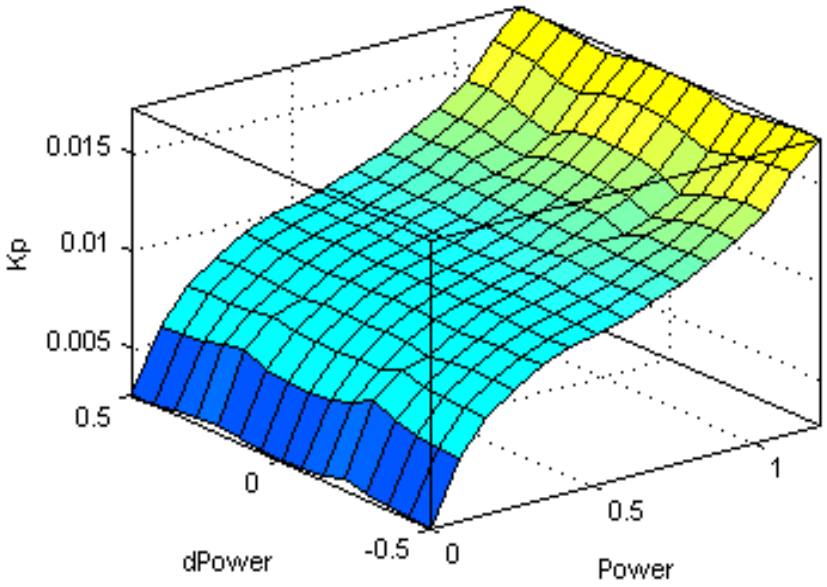


Figure 7 – The surface of fuzzy output for the ratio *Kp*

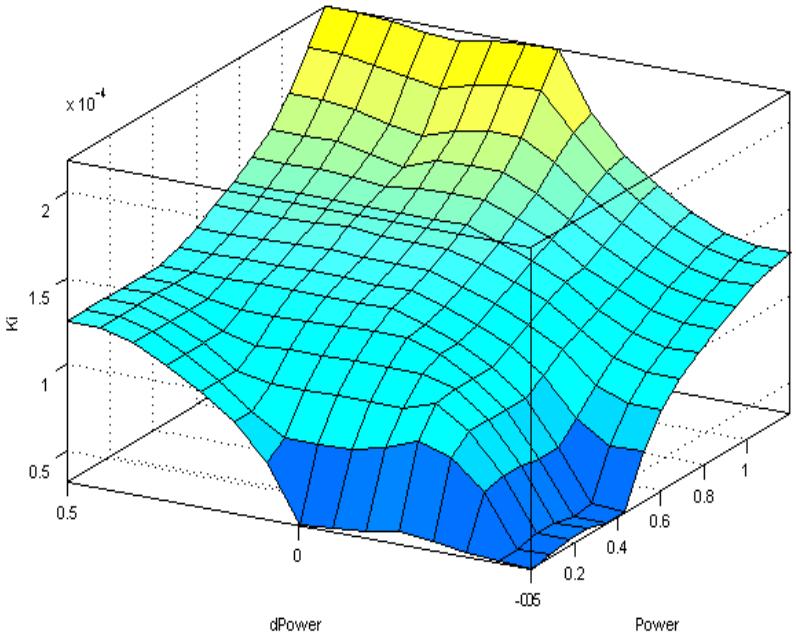


Figure 8 – The surface of fuzzy output for the ratio *Ki*

Most commonly fuzzy controllers are practically used as a software of high standard [9] (in particular, C++) that gives higher flexibility when they are adjusted and, hence, more steady, more accurate and wider adjusting operation that provides a means of any modes of a gas-diesel generator operation regulation with the aim of for both steady operation and reliability increasing [10, 11]. Furthermore, the quantity-related amplitude of linguistic parameters, membership

functions can be varied and the rule base can be modified to obtain the required quality of controlling process after considering the results based on the modeling findings and the test trial of controlling system equipped with the fuzzy controller in closed circuit.

The correcting method of automatic controller ratios of gas diesel generator revolutions by means of fuzzy controller is effective as it promotes to widen the range of gas diesel generator operational stability up to the emergency conditions.

Summary. Introduction of the fuzzy controller into the control system of gas diesel generator for readjusting of ratios of the traditional proportional-integral-differential (PID) controller in the function of the current mode of operation parameters of gas diesel generator provides adaptive feature to the revolutions control system of the diesel crank shaft. The search of operation quality upgrading should be performed through the complexity of information structures of control systems (by the transition to multiple cascade circuits and schemes with disturbances rejection).

References:

1. Besekerskij V.A. *Mikroprocessornye sistemy avtomaticheskogo upravleniya* [Micropocessor systems of automatic control]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1988, 365 p. (In Russian).
2. Grunauer A.A., Dolgih I.D., Nikitin V.M., Semenovich V.A. Mikroprocessornyj regulyator chastoty vrashcheniya transportnogo dizel'-generatora [Microprocessing speed controller of a gas diesel generator]. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya* [Internal combustion engines], 1983, no. 44, pp. 18-26 (In Russian).
3. Zhilenkov A.A., Chernyj S.G., Gromov K.V. Modelirovanie processov nechetkogo regulyatora pri analize sostoyaniya rabotosposobnosti burovyh [Modelling of fuzzy controller processes while analyzing functioning state of drilling rigs]. *Sbornik trudov 6 mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii* [Proceedings of the 6th International research and practice conference]. Tomsk, 2015, pp. 322-324 (In Russian).
4. Met'yuz Dzh.G., Fink K.D. *Chislennye metody. Ispol'zovanie MATLAB* [Numerical methods. The use of MATLAB]. Moscow, Vilyams Publ., 2001, 720 p. (In Russian).
5. Podchukaev V.A. *Teoriya avtomaticheskogo upravleniya (analiticheskie metody)* [Automatic control theory. Analytical approaches]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2004, 392 p. (In Russian).
6. Chernyi S.G. Metody povysheniya adaptivnyh kachestv slozhnoj glubokovodnoj sistemy [Methods of increasing adaptive features for the complex deep-water system]. *Trudy Rossijskogo gosudarstvennogo universiteta nefti i gaza imeni I.M. Gubkina* [Proceedings of Gubkin University]. Moscow, 2015, no. 3 (280), pp. 56-68 (In Russian).
7. Prakash S.M., Dubey S.P. Analysis of effects on hybrid power system’s costs and pollutant emissions due to replacement of petroleum diesel with natural gas, fuel oil and biodiesel. *3rd International conference on Electrical Energy Systems (ICEES)*, 2016, pp. 276-282. (In English). DOI: 10.1109/ICEES.2016.7510653.
8. Avdhesh Kr. Sharma Empirical modeling of dual fuel engine operated on producer gas and pilot diesel fuel. *Power India Conference IEEE Fifth*, 2012, pp. 1-5. (In English) DOI: 10.1109/PowerI.2012.6479542.
9. Saharov V.V., Chertkov A.A., Saburov S.V. Modelirovanie stacionarnyh rezhimov v elektricheskih i gidravlicheskih setyah sredstvami nelinejnogo programmirovaniya [Modeling of stationary modes in electrical and hydraulic circuits by means of nonlinear programming]. *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. Admirala S.O. Makarova* [Reporter of Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping], 2015, no. 3 (31), pp. 156-164. (In Russian).
10. Timofeev V.N., Nekryachenko G.P., Alatyrev M.S., Afanas'ev V.V., Danilov I.P., Timofeev D.V., Tuzov L.V., Bezyukov O.K., Ivanchenko A.A., Shadrin A.B. *Toplivnaya sistema dvigatelya vnutrennego sgoraniya s elektronnym upravleniem* [Electronically controlled fuel system of internal combustion engine]. Patent RF no. 2131536. (In Russian).
11. Timofeev V.N., Tuzov L.V., Danilov I.P., Il'gachev A.N., Shadrin A.B., Timofeev D.V.

Ustrojstvo dlya regulirovaniya temperatury rabochih sred dvigatelya vnutrennego sgoraniya [Temperature control equipment for internal combustion engine operating medium]. Patent RF no. 2204029. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Титов Иван Леонидович	канд. техн. наук, доцент, заместитель декана по организационно-воспитательной работе Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 vanya-titov-1993@mail.ru
Titov Ivan Leonidovich	Ph.D. (Engin.), Associate Professor, Associate dean for organizational and educational work Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 vanya-titov-1993@mail.ru
Осипова Марина Александровна	старший преподаватель кафедры иностранных языков Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 marina131278al@mail.ru
Osipova Marina Aleksandrovna	Senior Lecturer of the Department of Foreign Languages Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 marina131278al@mail.ru
Фролова Светлана Николаевна	старший преподаватель кафедры иностранных языков Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 frolova.sf@gmail.com
Frolova Svetlana Nikolaevna	Senior Lecturer of the Department of Foreign Languages Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 frolova.sf@gmail.com

УДК 664:62-1-047.84 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.009**

Овсянников В.Ю., Антипов С.Т., Панфилов В.А.

КОНСТРУИРОВАНИЕ АППАРАТОВ БУДУЩЕГО ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ

Аннотация. В настоящей статье, на основе комплекса требований, предъявляемых к современным аппаратам, проанализированы технологические процессы, напрямую обеспечивающие преобразование технологической среды в готовый пищевой продукт. Указаны существующие технологические и конструктивные проблемы, характерные для установок, осуществляющих комплексное энергетическое воздействие на пищевые полуфабрикаты, а также мероприятия по их устранению. Предложенный принцип идеализации технологического процесса переработки технологического сырья и аппарата позволяет создать предпосылки направленного воздействия на технологические, технические и конструктивные характеристики технологического оборудования с целью его направленного совершенствования. Показано, что развитие конструкций аппаратов пищевых производств неразрывно связано с взаимной адаптацией технологических свойств сред, обрабатываемых в них и технических особенностей установок, предназначенных для ведения тепло- и массообменных процессов.
Ключевые слова: пищевая технология, идеальный аппарат, развитие конструкций, массопередача, тепломассообменные процессы.

Ovsyannikov V.Yu., Antipov S.T., Panfilov V.A.

DESIGNING THE APPLIANCES OF THE FUTURE OF FOOD TECHNOLOGY: A CONCEPTUAL BASIS

Abstract. In this article, on the basis of a set of requirements for modern devices, technological processes that directly ensure the transformation of the technological environment into a finished food product are analyzed. The existing technological and design problems characteristic of installations that carry out complex energy effects on food semi-finished products, as well as measures to eliminate them, are indicated. The proposed principle of idealization of the technological process of processing technological raw materials and apparatus makes it possible to create prerequisites for a directed impact on the technological, technical and constructive characteristics of technological equipment in order to improve it. It is shown that the development of food production apparatus designs is inextricably linked with the mutual adaptation of the technological properties of the media processed in them and the technical features of installations designed to conduct heat and mass transfer processes.
Keywords: food technology, ideal apparatus, development of structures, mass transfer, heat and mass transfer processes.

Введение. В рамках существующих процессов пищевой технологии для многих аппаратов можно проследить существенное отсутствие возможности инновационного их развития в соответствии с современными требованиями и критериями перспективности создания новой техники, такими как снижение удельной энергоемкости, минимизация материалоемкости, повышение удельной производительности, упрощение конструкции, универсальность при обработке пищевого сырья различного состава и свойств, возможность блочно-модульного построения конструкции, выполнения требований экологии.

При поиске принципиально новых, более эффективных способов и средств реализации технологических процессов следует руководствоваться принципом идеализации, позволяющим, в известной мере, абстрагироваться от существующих технических решений аппаратов и выявить те проблемы, решение которых затрагивает их основные качества и характеристики.

Технологический процесс, реализуемый в конструкции идеального аппарата, представляет собой некую систему требований, предъявляемых к выполнению тех или иных стадий или этапов технологического процесса на таком уровне, при котором достигались бы максимально возможные количественные и качественные показатели функционирования аппарата. Естественно, что приемы идеализации реально существующих конструкторско-технических задач должны учитывать своеобразную специфику преобразования технологической среды в готовую продукцию, а сам поиск идеальных решений конструкций аппаратов должен осуществляться в определенной векторной последовательности [1]. Это, в свою очередь, позволит обеспечить отыскание идеальных решений других проблем.

Формулирование принципов идеального решения соответствующей технологической или технической проблемы не приводит к непременному созданию идеального аппарата, однако четкое формулирование конечных целей позволяет создать предпосылки для нахождения конструктивной реализации проектируемого аппарата, максимально отвечающего уровню конструкции идеального аппарата.

Рассматривая характерные, принципиальные недостатки, присущие аппаратам пищевых производств, путем последовательной идеализации возможных способов их устранения можно сформулировать требования к идеальному гипотетическому аппарату в целом [1].

Цель исследования – концептуализация процесса конструирования аппаратов будущего пищевых технологий.

Материалы и методы исследования. Исследованием процессов пищевых технологий занималось значительное число ученых. Так, вопросам конвективного теплообмена, в том числе изучению процессов их моделирования, идентификации и интенсификации уделено внимание у Цирельман Н.М. [2], технологии различных видов пищевых производств (сахарного, хлебопекарного, кондитерского и др.) рассмотрены в трудах [3-7]; проблему повышения энергоэффективности технологических процессов исследовали ряд других авторов [8, 9].

Наибольший вклад в формирование теоретических основ пищевых технологий, а также методических и практических подходов конструирования машин и аппаратов пищевых производств и современного пищевого оборудования внесли [10-12].

Для проведения настоящего исследования были использованы как общенаучные, так и специальные методы, позволяющие формализовать и описать технологические процессы по созданию идеальных конструкций аппаратов пищевых производств.

Результаты исследования и их обсуждение. Аппараты для темперирования, повышения концентрации и экструдирования пищевых сред. В теплоиспользующих аппаратах пищевых технологий для обеспечения необходимой температуры требуется подводить или отводить теплоту. На изготовление аппаратов, предназначенных для нагрева и охлаждения потоков сырья, продуктов и реагентов, затрачивается до 30 % общего расхода металла на все технологическое оборудование. От правильного выбора и конструкции теплоиспользующих аппаратов, применяемых на тех или иных технологических установках, во многом зависят показатели работы всего производства.

Процесс эффективной теплопередачи в идеальных теплообменных аппаратах целесообразно достигать за счет следующих мероприятий [2].

Уменьшения термического сопротивления теплообменной стенки за счет уменьшения ее толщины, применения материалов с более высоким коэффициентом теплопроводности и очистки поверхности теплообмена от накипи и других загрязнений;

Перемешивания теплообменивающихся сред и увеличения скорости их движения за счет установки инициаторов турбулизации.

Удаления из греющих камер аппаратов воздуха и других неконденсирующихся газов, ухудшающих теплообмен при конденсации водяного пара, а если это возможно, для этой цели эффективнее обеспечить проточное движение пара через ряд последовательно соединенных теплообменных аппаратов.

Установки внутри труб турбулизирующих вставок (например, спирально-проволочных), способствующих увеличению на 15-20 % величины коэффициента теплоотдачи благодаря разрушающему действию турбулентного потока на пристенный слой жидкости.

Когда величины коэффициентов теплоотдачи обменивающихся сред значительно отличаются одна от другой коэффициент теплопередачи всегда меньше самого малого из коэффициентов теплоотдачи. Поэтому практически ощутимое изменение величины коэффициента теплопередачи можно получить только путем увеличения значения меньшего из коэффициентов теплоотдачи, а при близких значениях коэффициентов теплоотдачи теплообменивающихся сред интенсифицировать теплопередачу можно путем увеличения каждого из них.

Снижение затрат тепла в процессе выпаривания жидких сред в выпарных аппаратах возможно за счет усовершенствования технологии и применяемого оборудования: изменения режимов скорости испарения жидкой фазы, оснащения выпарных аппаратов эффективными нагревательными элементами, добавления устройств и дополнительных аппаратов для рециркуляции жидкости. Процесс теплообмена в выпарных аппаратах идеальной конструкции достигается следующими путями.

Применением дополнительных обогревательных элементов, располагаемых в нижней и боковых поверхностях выпарного аппарата, повышает интенсивность процесса выпаривания и его эффективность. Иногда заменяют медные обогревательные элементы стальными хромоникелевыми. Поскольку поверхность из нержавеющей стали замедляет процесс выделения пузырьков воздуха, при кипячении увеличивают скорость потока сусла путем дополнительного его перемешивания. Это позволяет поддерживать чистыми обогревательные элементы, что способствует повышению теплопередачи и экономному расходованию тепловой энергии.

При выпаривании жидких сред под давлением при высоких температурах происходит интенсивное перемешивание жидкости, способствующее значительному ускорению технологических процессов на этой стадии.

При неизбежности тепловых потерь в процессе тепловой обработке существенное влияние на величины удельных показателей энергозатрат оказывают факторы, связанные с концентрацией производства и применением более совершенного оборудования большей единичной мощности.

Значительное снижение энергозатрат достигается при замене традиционного периодического способа выпаривания непрерывным. Непрерывные процессы обеспечивают несомненные технологические преимущества, значительную интенсификацию производства и, как указано, экономию энергетических ресурсов.

Сегодня технологии получения экструзионных продуктов питания являются высокоэффективным и универсальным производством, легко подстраиваемым под требования потребительского спроса. Именно многофункциональность в сочетании с низкой стоимостью содержания основного оборудования (из расчета на килограмм продукции) становятся решающими факторами при принятии положительного решения о внедрении экструзионной техники.

Основным отличительным признаком пищевых экструдеров, определяющим как конструкционные отличия, технологические возможности, так в значительной степени влияющим на стоимость данного оборудования является количество параллельных шнеков внутри рабочей зоны экструдера. Наибольшее распространение получили одношнековые и двушнековые экструдеры.

Для реализации конкретной технологии конструкция экструдера должна отвечать соответствующим комплексом определенных особенностей, главные из которых - это количество шнеков, относительная (в диаметрах шнека) длина шнека (экструзионной зоны), диапазон управления частотой вращения шнеков, управление температурой экструзионной зоны, управление подачей сырья (производительностью) в зону экструзии, управление

режущим устройством, управление подачей питьевой воды в зону экструзии.

В зависимости от комплекса технических характеристик каждый отдельный тип экструдеров способен на реализацию определенного количества технологий.

Рассмотрим некоторые технологические особенности производства экструдированных пищевых продуктов, напрямую зависящих от основных конструктивных элементов экструдеров.

Гомогенизирующая способность шнековой зоны для многокомпонентных смесей при смешивании с питьевой водой, ограничения по жирности и влажности сырьевой смеси, ограничения по гранулометрии сырья определяются количеством шнеков экструдера;

«Тонкая» настройка экструзионной зоны под конкретную технологию и сырье напрямую зависит от конструкции шнека. Наиболее эффективными считаются наборные шнеки, соединенные из отдельных шнековых элементов.

Возможность и степень гомогенизации сырья, способность перемешивания с водой внутри экструзионной зоны, возможность разделения экструзионной зоны на несколько участков охлаждения и нагрева, возможность оптимизации шнекового набора под конкретный продукт при наборном шнеке определяется относительной длиной (в диаметрах шнека) экструзионной зоны (шнека), которая для одношнековых машин составляет от 0,7 диаметров шнека и от 8 для двухшнековых экструдеров.

Управление степенью экспандирования продукта, его внешним видом всегда достигается управлением отводом излишней теплоты из зоны экструзии, что позволяет стабилизировать температуру и температурный режим и должно осуществляться в автоматическом режиме при помощи электроклапанов по каждой зоне (корпусу) независимо.

Процесс варки (модификации) крахмалсодержащего сырья происходит в общем случае (прямая экструзия) при влажности сырьевой смеси в пределах 16-18 %, в некоторых технологиях до 20 %. Для достижения этих величин в сырье должно быть дополнительно увлажнено. При некоторых технологиях годный продукт получается только при обеспечении дозирования с точностью до десятых долей процента, что может быть достигнуто дозированным увлажнением сырья внутри экструзионной зоны с начальной влажностью в общем случае 12-14 % питьевой водой.

Важнейшей составляющей работы экструдера является синхронное управление частотой вращения шнеков экструдера, дающее преимущество и экономию во времени при отработке технологических режимов при создании новых продуктов и новых рецептур, управление частотой вращения шнеков дозатора сухой смеси (сырья), позволяющее оптимизировать производительность при определенном качестве продукта и управление частотой вращения ножей режущего устройства позволяющее управлять размером конечного продукта.

Процессы сушки пищевых сред. Обезвоживание пищевых сред методами сушки даже сегодня, несмотря на многочисленные исследования, является дорогим по стоимости процессом, в ряде случаев проводимым в громоздких аппаратах (сушильные шкафы и камеры, распылительные башни), требующим больших производственных помещений и, чрезвычайно длительным [3].

Так как сушильные установки распространены как при получении сухих полуфабрикатов, так и при производстве продуктов потребления, вопросы эффективности и интенсивности сушильного оборудования, а также экономичности самого сушильного процесса – увеличения производительности сушильных устройств без коренной их реконструкции, снижения себестоимости переработки продукта путем внедрения инновационных и рационализаторских мероприятий, правильного понимания факторов, влияющих на процесс сушки, и направленного их использования для повышения производительности оборудования и обслуживающего персонала приобретают огромное значение. Что касается самих требований, которые следует реализовать при проектировании и конструировании ресурсо- и энергоэффективной идеальной распылительной сушилки, то они следующие.

Обязательным условием является развитие поверхности контакта высушиваемого материала и сушильного агента, реализованное либо в предшествующих процессу сушки технических системах, либо в самой сушильной установке. Это ведет к увеличению поверхности испарения; особое значение это имеет в распылительных сушилках, в которых поверхность капель, получаемых из 1 дм^3 распыленной жидкости, равна 6/d, м^2 (здесь d диаметр капли, мм); увеличение степени дисперсности при распыле жидкости форсунками или дисками – задача первостепенной важности.

В сушилке должно быть организовано использование всех поверхностей материала для контакта с сушильным агентом, такое расположение материала, при котором сушильный агент будет омывать продукт со всех сторон, исключение соприкосновения частиц материала друг с другом.

Уменьшение пути диффузии влаги в материале – сушка предварительно измельченного материала, если это не противоречит условиям технологии; сушка материалов в тонком слое; при сушке мелкодисперсных сред и подобных им материалов на противнях целесообразно увеличить количество противней с уменьшением расстояния между ними, но с расположением материала более тонким слоем.

Повышение температуры сушильного агента до максимально допустимого технологического регламента на высушиваемую среду.

Следует организовывать выброс сушильного агента в атмосферу при максимально низкой температуре, определяемой условиями технологии и экономическими расчетами, обеспечивая наилучшие условия для вторичного использования энергетического ресурса теплоносителя.

Идеальная сушилка должна обеспечивать организацию процесса сушки при оптимальной относительной влажности сушильного агента на выходе из установки.

Усиление теплоотдачи от сушильного агента продукту путем увеличения скорости движения агента в сушилке (в пределах допустимой, особенно при сушке тонкодисперсных материалов), а также максимально возможную герметизацию сушильной камеры, ликвидацию подсосов и утечек воздуха из сушильного пространства;

в идеальной сушилке должно быть организовано максимальное улавливание из отработавшего сушильного агента частиц высушенного материала - при распылительной сушке молока, кофе, крови унос на выходе из сушильной камеры составляет 20 и более процентов; большее значение приобретает методика оценки качества работы улавливающих устройств (например, рукавных фильтров).

Процессы выпечки и обжарки пищевых сред. В последние годы большее внимание уделяется созданию новых конструкций печей и печных агрегатов различной производительности, рассчитанные на крупные и мелкие пекарни нашей страны. Повысился интерес, направленный на исследование процессов выпечки, как из муки различных сортов, так и с применением различных видов энергоподвода [4].

Эти обстоятельства настоятельно требуют формулирования набора требований, направленных на создание идеальной конструкции печи, сформулированные ниже:

Идеальная конструкция печи должна осуществлять наилучшие условия процессов сжигания топлива, обеспечивать максимально-высокую передачу теплоты объектам выпечки и обладать минимальными потерями, а в идеале отсутствием потерь теплоты в окружающее пространство. Более развернутые требования к идеальной конструкции и возможные способы их достижения представлены ниже.

Наилучшие условия работы газовых печей, котлов и других топливосжигающих энергетических установок сегодня реализованы за счет использования горелочных устройств с принудительной подачей воздуха. Однако до сих пор они еще не имеют надежной методики расчета (имеется лишь гидравлический расчет их пропускной способности), а создаются на основе опыта и работы горелок зависит от удачи или неудачи проектанта.

Максимальная разность температур между горящим топливом и нагреваемыми печными каналами достигается за счет реализации в высокотемпературных процессах

сжигания топлива с высокой удельной теплотой сгорания по сравнению с использованием топлива с удельной теплотой сгорания. Это дает возможность оптимизировать работу печей, поскольку обеспечивается большая разность температур горящего топлива и нагреваемого продукта. В свою очередь, указанные условия работы печей, вызывая повышение производительности установок, приводит также к уменьшению удельного расхода топлива вследствие сокращения продолжительности процесса сжигания и снижения потерь тепла в окружающую среду.

Важной составляющей оптимальной работы печи является организация контроля за качеством сжигания газа, позволяющая ликвидировать потери топлива с химическим недожогом, снизить потери теплоты с уходящими газами в результате регулирования коэффициента расхода воздуха и поддержания его на заданном уровне, способствует максимальной энергетической эффективности работы печи. Вместе с тем обеспечение контроля за качеством сжигания газа приводит к снижению вредных выбросов от химического недожога в атмосферу и, тем самым, улучшая экологическую обстановку.

Затворы существующих конструкций печей не могут обеспечить достаточную плотность рабочей камеры печи, что является наибольшим недостатком. Через неплотности затворов происходят наибольшие утечки горячих газов и подсосы холодного воздуха, нарушающие режим работы печи. Недостаточная плотность затворов не позволяет иметь в рабочем пространстве печи достаточно высокие скорости движения газов для выравнивания температуры и газового состава по сечению печи и улучшения условий теплоотдачи. Кроме того, подсосы газов через неплотности являются неуправляемыми, что в большой мере затрудняет осуществление автоматизации работы печи. Исключение утечки горячих газов и подсосов холодного воздуха через неплотности печных затворов в идеальной конструкции печи позволят обеспечить стабилизацию ее режима работы.

Энергоэффективная конструкция печи должна обеспечивать такую ее работу, при которой будет обеспечиваться минимальное аэродинамическое сопротивление на пути отходящих газов, а также максимальное использование теплового потенциала, вызывающее понижение температуры отходящих газов, а, следовательно, и тяги, обусловливают переход к приспособлениям для искусственного отвода газов и принудительной подаче воздуха.

Формализация требований к идеальным конструкциям аппаратов для обжарки пищевых сред, в некотором роде схожа, с требованиями, предъявляемыми к конструкциям ранее описанных тепловых аппаратов.

Сохранение максимальной чистоты поверхности обогревательных элементов и стенок обжарочной камеры от внешних и внутренних загрязнений, которые ухудшают теплопередачу и тепловое излучение от них, что имеет важное значение в условиях эксплуатации.

Обжарочные камеры с паровым обогревом следует конструировать с учетом условий теплоотдачи от нагреваемой среды водяному пару и со стороны водяного пара обрабатываемому продукту. Поскольку коэффициент теплопередачи будет определяться коэффициентами теплоотдачи, как со стороны продуктов горения, так и со стороны генерируемого водяного пара [9].

Идеальный обжарочный аппарат должен обеспечивать минимизация тепловых потерь, что достигается использованием высокоэффективных теплоизоляционных материалов корпуса, это снижает теплопотери в окружающее пространство среду и улучшает энергетическое воздействие на приборы нагрева, промежуточную среду и условия обжарки.

Высокоэффективно применение в идеальных конструкциях обжарочных аппаратов металлических жаропрочных поверхностей с низким термическим сопротивлением.

Повышение экономичности работы обжарочных аппаратов достигается также за счет многократной рециркуляции рабочей среды аппарата, а также максимального использования ее теплового потенциала.

Расстояние между поверхностями нагрева и обжариваемой средой должно быть минимальным, что позволит уменьшить зону рассеяния теплового излучения и,

соответственно, исключит потери лучистой энергии.

Особая роль отводится интенсификации внешнего конвективного теплообмена в камере обжарки путем применения принудительной циркуляции промежуточного теплоносителя или паровоздушной среды.

Процессы охлаждения и замораживания пищевых сред. Рассмотрим подробнее основные требования к идеальной гипотетической холодильной установке, реализующей процессы охлаждения и замораживания пищевых сред в качестве обобщенной сводки следующего вида.

Камерное оборудование должно быть в полной мере обеспечено устройствами для защиты наружной поверхности от потери влаги в виде щитовых панелей, завес или мелкодисперсного орошения капельной влагой.

Устройства для охлаждения в жидких средах должны обеспечивать интенсивный теплообмен при одновременном исключении «подмораживания» клеточных тканей, что впоследствии ухудшает качество продукта. Эту проблему следует решать при помощи современных систем генерации «перекачиваемого» льда, обеспечивающие интенсивное охлаждение продукта при полном исключении его порчи.

Эффективным средством интенсификации охлаждения является массоперенос при испарении в вакууме. Однако вакуумные устройства охлаждения могут быть применены только если потеря влаги продуктом не расценивается, как отрицательное явление.

Морозильный аппарат в обязательном порядке должен обеспечивать необходимое условие успешного замораживания пищевых продуктов – высокую скорость изменения температуры внутри продукта при одновременном сокращении продолжительности замораживания [5]. Это достигается интенсивным всесторонним орошением штучного продукта холодным воздухом при помощи распределительных форсунок, при непрерывном перемещении продукта в аппарате или организации замораживания в режиме флюидизации.

Криогенный морозильный аппарат в обязательном порядке должен быть конструктивно разделен на несколько зон, обеспечивающих требуемую скорость понижения температуры продукта и исключающие его растрескивание при контакте с хладагентом. Зона предварительного охлаждения должна быть оснащена циркуляционными вентиляторами и распределительными газовыми каналами, позволяющими орошать исходный продукт парами хладагента плавно его охлаждая и подготавливая к криогенному воздействию. В зоне орошения сжиженным газом продукт должен подвергаться воздействию кипящего хладагента либо методом орошения из форсунок или кратковременному погружению в ванну с жидким газом. После этого продукт обязательно должен пройти зону выравнивания температур между центральными и периферийными слоями, в которой продукт также обрабатывается холодными парами, образующимися в результате испарения сжиженного газа;

Морозильная установка также должна исключать усушку продукта при замораживании. Поэтому в морозильной установке должны быть созданы условия для преобладания условий передачи теплоты конвекцией и радиацией чем испарением. Это достигается высоким перепадом температур между продуктом и воздушной средой холодильной установки и интенсивной циркуляцией воздушной среды, обеспечивающей максимальную площади контакта с охлаждаемым объектом.

При замораживании пищевых сред интенсивность отвода теплоты не постоянна. Она пропорциональна убывающей разности температур между поверхностью тела и внешней средой. Поэтому эффективное функционирование морозильной установки достигается только при сбалансированности температурного режима охлаждения с пропорциональным изменением температуры продукта при замораживании.

Эффективная работа морозильной установки обеспечивается только при наличии высоких аэродинамических показателей и отсутствии инея на испарительных элементах. Конструктивно указанные требования решаются организацией направленных потоков воздуха жалюзийными и сопловыми устройствами, а также при использовании испарителей

с нанесенным гидрофобным покрытием на поверхность воздухоохладителя, применение воздухоохладителей с биметаллической теплообменной поверхностью и применения приборов охлаждения с инееобразованием в электроконвективной среде.

Процессы диффузии и экстракции пищевых сред. Основная задача идеального экстрактора – обеспечение максимальной эффективности процесса, направленного на повышение выхода целевого компонента из твердой фазы с получением концентрированных экстрактов при низкой металлоемкости оборудования, минимальных энергозатратах и длительности процесса. Как и в любом массообменном процессе, скорость экстрагирования определяется скоростью протекания наиболее медленных стадий, и именно на эти стадии должны быть направлены конструкторов и проектировщиков экстракторов нового поколения [10].

Для ускорения пропитки сырья экстрагентом необходимо удалить из него воздух, что достигается предварительным вакуумированием сырья, заменой воздуха в порах на газ с более высокой растворимостью в экстрагенте или проведением пропитки в переменном поле давления.

Если скорость процесса ограничена скоростью растворения твердых включений внутри пористых тел (внутрикинетическая область), то на нее будет влиять температура и концентрация экстрагента в основном объеме жидкости. Если процесс протекает во внутридиффузионной области, т.е. лимитируется скоростью диффузии молекул в пористых телах, его ускорение достигается увеличением скорости диффузии, уменьшением размеров частиц или частичной заменой диффузионного массопереноса на конвективный. В том случае, когда наиболее медленной стадией является отвод целевого компонента с поверхности пористых тел или подвод к ней экстрагента (внешнедиффузионная область), на скорость процесса существенное влияние оказывает гидродинамические условия в аппарате. При этом идеальный экстрактор должен быть конструктивно оснащен устройствами, реализующими определенный набор функций, к числу которых относятся следующие.

Устройства эффективного нагрева, как экстрагента, так и обрабатываемой среды, поскольку с увеличением температуры повышается скорость экстрагирования, что связано с ростом скоростей химических реакций и коэффициентов диффузии, снижением вязкости жидкости и, зачастую, повышением растворимости целевого компонента в экстрагенте. Увеличение температуры положительно сказывается на скорости экстрагирования в кинетической, внутри- и внешнедиффузионной областях. В ряде случаев с ростом температуры процесс переходит из кинетической области в диффузионную, поэтому для экстрагирования используют растворители с высокой температурой кипения или ведут его под давлением.

При переработке растительного сырья, при необходимости, может быть использован резкий сброс давления, вызывающий разрывы клеточных структур и увеличения скорости массопередачи, с этой целью в экстракторе должны быть предусмотрены устройства вакуумирования.

Измельчение твердых частиц способствует увеличению поверхности контакта фаз, уменьшению внутреннего диффузионного сопротивления и, тем самым, ускорению процесса экстрагирования. Вместе с тем с ростом степени измельчения уменьшается пористость слоя частиц, ухудшается гидродинамическая обстановка в аппарате, повышается взаимная блокировка поверхностей частиц, растут затраты на измельчение и затрудняется разделение жидкой и твердой фаз после завершения экстрагирования. Поэтому чрезмерно высокая дисперсность материала может привести к уменьшению скорости процесса и ухудшению его технико-экономических показателей, что требует обязательного наличия в конструкции экстрактора приспособлений для максимального сохранения исходной формы как слоя экстрагируемого материала, так и отдельных частиц в нем.

Рациональный выбор экстрагента для извлечения из твердых тел определенной группы веществ во многом определяет интенсивность процесса и качество получаемого экстракта. Основными требованиями к экстрагенту являются низкая растворимость в нем носителя ЦК

и хорошая селективность – способность извлекать из пористых тел преимущественно одного или нескольких целевых компонентов. Поэтому стабильная и высокоэффективная работа экстрактора возможна только если в нем помимо требуемого экстрагента будут строго соблюдаться режимные параметры процесса экстракции за счет оперативного контроля и регулирования параметров экстрагента на всех ступенях реализации процесса.

Важнейшей составляющей работы экстрактора является соблюдение требуемого гидродинамического режима. Перспективно использование специальных вихревых устройств – скоростных мешалок (частота вращения порядка 6000 мин$^{-1}$), позволяющих обеспечить многократное возрастание скорости извлечения целевого компонента из растительного сырья многократно по сравнению с процессами без перемешивания или со слабым перемешиванием. Значительное ускорение экстрагирования достигается при проведении процесса в центробежных системах, создающих мощный поток экстрагента через сырье.

Современные способы интенсификации процесса экстрагирования, как и других процессов в гетерогенных средах, все больше акцентированы на методах дискретно-импульсного ввода энергии. Они направлены на такую организацию процесса, чтобы подводимая энергия диссипировалась преимущественно вблизи поверхности твердых частиц, а непродуктивные расходы энергии вне этих зон сводились к минимуму. В той или иной мере принцип дискретно-импульсного ввода энергии может быть реализован в конструкции экстрактора за счет применения устройств ультразвукового излучения, вибраций, пульсаций и высоковольтных разрядов в жидкости. При этом для устранения возможных побочных негативных эффектов, идеальный экстрактор должен быть секционированным. В каждой из секций гидродинамический режим будет близок к режиму идеального смешения, а сам аппарат – к каскаду реакторов идеального смешения с прямоточным или противоточным движением фаз.

Процессы кристаллизации пищевых сред. Кристаллизация в пищевой технологии применяется для выделения твердой фазы из растворенного или расплавленного вещества и является, как правило, завершающей стадией технологического цикла многих производств: сахаропесочного, глюкозного, лимоннокислотного и др. От качества проведения указанного процесса и, соответственно, характера работы кристаллизатора напрямую зависит качество готового продукта, поэтому конструктивные особенности работы кристаллизаторов должны максимально четко, точно и эффективно обеспечивать реализацию одного из сложнейших процессов пищевой инженерии за счет строгого соблюдения следующих требований [6, 10].

В кристаллизаторе должна быть конструктивно предусмотрена реализация устойчивого регулируемого кристаллообразования. Качество и размер зародышей кристаллов существенно зависят от температуры процесса пересыщения и скорости его создания. Каждому размеру жизнеспособного зародыша соответствует своя величина пресыщения; она тем больше, чем меньше зародыши. Во избегание появления новых зародышей при росте имеющихся кристаллов надо уменьшать пересыщение. Количество зародышей, возникающих в единице объема за единицу времени, обусловлено конкретными параметрами процесса, которые следует регулировать так, чтобы в необходимый момент прекратить появление новых зародышей. Это, как правило, регулируется направленным температурным режимом работы кристаллизатора посредством теплообменных поверхностей с развитой площадью поверхности.

Высокоэффективный кристаллизатор, должен обеспечивать реализацию регулируемого роста кристаллов. Зарождение и рост кристаллов являются двумя последовательными фазами процесса, трудно разделимыми во времени, так как возникшие зародыши тотчас начинают расти за счет потока вещества из раствора к поверхности кристаллов. Возникновение зародышей является статистическим, случайным процессом. Новые зародыши могут появляться при росте имеющихся кристаллов; кристаллы разного размера отличаются по «возрасту». Скорость роста кристаллов практически зависит от тех же факторов что и скорость их зарождения: температуры, пересыщения, гидродинамических

условий.

Важной составляющей роста кристаллов является поддержанием пересыщения на постоянном уровне путем снижения температуры раствора или выпаривания растворителя при подпитке свежего раствора, что также должно быть конструктивно предусмотрено в кристаллизаторе.

Выход кристаллической массы определяется факторами, содержащимися в известных уравнениях массопередачи, поэтому здесь наиболее эффективными способами воздействия является увеличение температуры для снижения вязкости пограничного слоя у граней кристаллов и повышения коэффициента массопередачи или увеличение поверхности кристаллизации путем обеспечения требуемого фракционного состава кристаллов в начальный момент роста, путем внесения строго определенного количества затравочных центров кристаллизации.

Высокая эффективность процесса кристаллизации обеспечивается изменением скорости перемешивания, циркуляции и рециркуляции кристаллизующейся массы с целью обеспечения равнодоступной поверхности кристаллов для диффундирующего к их граням вещества и повышения среднего коэффициента массопередачи, что конструктивно реализуется при помощи перемешивающих устройств, рециркуляционных труб и каналов, распределителей потоков.

Идеальный кристаллизатор должен обеспечивать переохлаждение или выпаривание растворителя по определенному закону во времени и с определенной скоростью, соответствующей скорости фазового превращения растворенного вещества. Отвод или подвод тепла не должны опережать скорость кристаллизации или отставать от нее. При слишком быстром переохлаждении или выпаривании можно затормозить образование и рост кристаллов; раствор приобретает высокую вязкость и переходит в стеклообразное состояние, минуя кристаллическую фазу. По конструкции кристаллизатора должна предусматривать гибкое воздействие на обрабатываемую среду не только теплового, но и электрофизического и магнитного импульсного воздействия, инициирующего как образование новых центров кристаллизации, так и стабилизации роста сформировавшихся кристаллов [6].

При перегонке неоднородной системы с различной летучестью компонентов в ректификационных колоннах на эффективность протекания процесса главным образом влияет поверхность контакта пара и жидкости на тарелке и его продолжительность, что в свою очередь зависит от конструкции тарелки и от уровня жидкости на тарелке. Пар барботирует в слое движущейся по тарелке флегмы; толщина слоя и его гидродинамические параметры в идеальном ректификационном аппарате, в первую очередь, должны обеспечивать максимально возможную конденсацию пара в слое и отсутствие проскоков струй и пузырей пара через слой, а также четкое выполнение следующих требований [7,10].

Толщина слоя в колпачковых тарелках определяется высотой подъема переливной трубы над тарелкой; для перегонки данной системы необходимо установить оптимальную высоту. Нижний конец переливной трубы должен погружаться в слой флегмы на тарелке. Отсутствие гидравлического затвора ведет к прохождению пара вверх по переливной трубе и, тем самым, к выключению тарелки из работы.

В ситчатых колоннах с переливными трубами (отверстия 2–3 мм для чистых жидкостей и 7–8 мм для суспензий) тарелки должны иметь наклон в сторону движения флегмы, что обеспечивает одинаковый уровень ее на тарелке. В этих колоннах также должно быть оптимальное давление паров, так как от величины давления зависит толщина слоя флегмы на поверхности тарелки, а само давление в колонне должно поддерживаться постоянным, потому что при уменьшении давления происходит провал жидкости через отверстия.

Повышенной эффективностью в работе обладают решетчатые тарелки без переливных труб; при прямоугольной форме отверстий их ширина для чистых жидкостей делается 3–4 мм, расстояние между тарелками 0,3–0,6 м. Через эти отверстия стекает флегма и через них поступает пар в слой флегмы на тарелке.

В связи с наличием пены и брызг для интенсивной работы колонны особое значение

приобретают скорость движения паров и расстояние между тарелками; и пена и брызги не должны увлекаться паром на вышележащую тарелку.

Скорость пара должна быть оптимальной при максимальной эффективности работы тарелки. Расстояние между тарелками, взаимосвязанное со скоростью, требует тщательного анализа и выбора; при малых расстояниях из-за уноса пены и брызг производительность тарелок, а тем самым и колонны, будет низкой.

Излишнее расстояние между тарелками ведет к ненужному увеличению высоты колонны и нерациональному использованию производственной кубатуры здания. Правильный выбор скорости паров в колонне и расстояния между тарелками обеспечивают интенсивную работу колонны.

Особое внимание при проектировании и эксплуатации ректификационных колонн нового поколения необходимо уделять подбору и эксплуатации изоляции колонны; потери теплоты в окружающую среду должны быть сведены к возможному минимуму, так как они вызывают конденсацию в первую очередь легколетучего компонента и значительно снижают эффективность работы колонны. Для интенсификации процесса перегонки, увеличения производительности колонны необходимо создать высококачественную изоляцию колонны [7, 11].

Выводы. При конструировании и изготовлении аппаратов кроме общепринятых технических требований к таким показателям, как энергоэффективность, металло- и материалоемкость, эксплуатационная надежность и долговечность, экономичность, безопасность труда и ряду других, необходимо обеспечить ряд специальных технологических требований к технологической среде, подвергаемой воздействию потоков вещества и энергии. Эта проблема имеет следующие решения:

- целенаправленное изменение свойств и характеристик сред, подвергаемых термической обработке, обеспечивающее адаптацию к условиям реализации соответствующего процесса тепломассопереноса;
- адаптация самого процесса и конструкции тепломассообменного оборудования к специфическим свойствам обрабатываемых сред.

Взаимная адаптация специфических теплофизических свойств пищевых сред и конструктивных особенностей технологического оборудования определяет основное направление развития тепломассообменных процессов. При этом особое внимание следует обратить на точность и устойчивость проведения тепломассообменных процессов и стабильность исходных свойств перерабатываемых сред [12].

Мировой и российский опыт такой создания совершенных с конструкторской и технологической точки зрения аппаратов показывает, что такой подход приводит не только к улучшению экономических показателей функционирования поточных линий и комплексов пищевых технологий, но и к значительному улучшению условий жизни людей [13]. Нужна поддержка и распространение такого опыта. Это центральная задача современного инновационного развития техники пищевых технологий.

Список использованной литературы:

1. *Антипов С.Т., Овсянников В.Ю., Панфилов В.А., Потапов А.И.* Конструирование аппаратов будущего пищевых технологий (научно-технические аспекты): учебник. СПб.: Лань, 2022. 724 с.
2. *Цирельман Н.М.* Конвективный тепломассоперенос: моделирование, идентификация, интенсификация: монография. СПб.: Лань, 2018. 427 с.
3. *Нестеров А.В.* Промышленная сушка: монография. СПб.: Лань, 2023. 304 с.
4. *Драгилев А.И., Хроменков В.М., Чернов М.Е.* Технологическое оборудование: хлебопекарное, макаронное и кондитерское: учебник. СПб.: Лань, 2020. 432 с.
5. *Забодалова Л.А., Евстигнеева Т.Н.* Технология цельномолочных продуктов и мороженого: учебное пособие для ВО. СПб.: Лань, 2020. 352 с.
6. *Славянский А.А.* Специальная технология сахарного производства: учебное пособие.

СПб.: Лань, 2020. 216 с.
7. *Захаров М.К.* Энергосберегающая ректификация: учебное пособие. СПб.: Лань, 2018. 252 с.
8. *Фалько А.Л., Ильина О.Б., Колесник Д.В.* Исследование энергетических затрат на вибрационное транспортирование сыпучих пищевых масс // Вестник КГМТУ. 2021. № 4. С. 261-273.
9. *Антипов С.Т., Бредихин С.А., Овсянников В.Ю., Панфилов В.А.* Индустриальные технологические комплексы продуктов питания: учебник. СПб.: Лань, 2020. 440 с.
10. *Антипов С.Т., Калашников Г.В., Остриков А.Н., Панфилов В.А.* Оборудование для ведения тепломассообменных процессов пищевых технологий: учебник для вузов. СПб.: Лань, 2020. 460 с.
11. *Панфилов В.А.* Теоретические основы пищевых технологий: в 2-х кн. Книга 1. М.: КолосС, 2009. 608 с.
12. *Панфилов В.А.* Теоретические основы пищевых технологий: в 2-х кн. Книга 2. М.: КолосС, 2009. 800 с.
13. *Бобылев С.Н., Захаров В.М.* Модернизация экономики и устойчивое развитие. М.: Экономика, 2011. 295 с.

References:

1. Antipov S.T., Ovsyannikov V.Yu., Panfilov V.A., Potapov A.I. *Konstruirovaniye apparatov budushchego pishchevykh tekhnologiy (nauchno-tekhnicheskiye aspekty)* [Designing devices for the future of food technology (scientific and technical aspects)]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2022, 724 p. (In Russian).
2. Tsirel'man N.M. *Konvektivnyy teplomassoperenos: modelirovaniye, identifikatsiya, intensifikatsiya* [Convective heat and mass transfer: modeling, identification, intensification]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2018, 427 p. (In Russian).
3. Nesterov A.V. *Promyshlennaya sushka* [Industrial drying]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2023, 304 p. (In Russian).
4. Dragilev A.I., Khromenkov V.M., Chernov M.Ye. *Tekhnologicheskoye oborudovaniye: khlebopekarnoye, makaronnoye i konditerskoye* [Technological equipment: bakery, pasta and confectionery]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2020, 432 p. (In Russian).
5. Zabodalova L.A., Yevstigneyeva T.N. *Tekhnologiya tsel'nomolochnykh produktov i morozhenogo* [Technology of whole milk products and ice cream]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2020, 352 p. (In Russian).
6. Slavyanskiy A.A. *Spetsial'naya tekhnologiya sakharnogo proizvodstva* [Special technology of sugar production]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2020, 216 p. (In Russian).
7. Zakharov M.K. *Energosberegayushchaya rektifikatsiya* [Energy-saving rectification]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2018, 252 p. (In Russian).
8. Fal'ko A.L., Il'ina O.B., Kolesnik D.V. Issledovaniye energeticheskikh zatrat na vibratsionnoye transportirovaniye sypuchikh pishchevykh mass [Study of energy costs for vibration transportation of bulk food masses].*Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2021, no. 4, pp. 261-273.
9. Antipov S.T., Bredikhin S.A., Ovsyannikov V.Yu., Panfilov V.A. *Industrial'nyye tekhnologicheskiye kompleksy produktov pitaniya* [Industrial technological complexes of food products]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2020, 440 p. (In Russian).
10. Antipov S.T., Kalashnikov G.V., Ostrikov A.N., Panfilov V.A. *Oborudovaniye dlya vedeniya teplomassoobmennykh protsessov pishchevykh tekhnologiy* [Equipment for conducting heat and mass transfer processes of food technologies]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2020, 460 p. (In Russian).
11. Panfilov V.A. *Teoreticheskiye osnovy pishchevykh tekhnologiy: v 2-kh knigakh. Kniga 1.* [Theoretical foundations of food technologies: in 2 books. Book 1]. Moscow, KolosS Publ., 2009, 608 p. (In Russian).

12. Panfilov V.A. *Teoreticheskiye osnovy pishchevykh tekhnologiy: v 2-kh knigakh. Kniga 2.* [Theoretical foundations of food technologies: in 2 books. Book 2]. Moscow, KolosS Publ., 2009, 800 p. (In Russian).
13. Bobylev S.N., Zakharov V.M. *Modernizatsiya ekonomiki i ustoychivoye razvitiye* [Modernization of the economy and sustainable development]. Moscow. Ekonomika Publ., 2011, 295 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Овсянников Виталий Юрьевич	д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств Воронежский государственный университет инженерных Технологий 394036, Воронеж, пр. Революции, 19 kaivanov@mail.ru
Ovsyannikov Vitaly Yurievich	Dr. Sci. (Engin.), Associate Professor, Professor of the Department of machines and apparatuses of food production Voronezh State University of Engineering Technologies 394036, Voronezh, Revolution ave., 19 kaivanov@mail.ru
Антипов Сергей Тихонович	д-р техн. наук, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств Воронежский государственный университет инженерных Технологий 394036, Воронеж, пр. Революции, 19 ast@vsuet.ru
Antipov Sergey Tikhonovich	Dr. Sci. (Engin.), Professor of the Department of machines and apparatuses of food production Voronezh State University of Engineering Technologies 394036, Voronezh, Revolution ave., 19 ast@vsuet.ru
Панфилов Виктор Александрович	академик РАН, д-р техн. наук, профессор Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49 vap@rgau-msha.ru
Panfilov Victor Alexandrovich	Academician of the RAS, Dr. Sci. (Engin.), Professor Russian State Agrarian University of MAA named after K. A. Timiryazev 127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49 vap@rgau-msha.ru

УДК 637.523.2: 532.11 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.010**

Прокопенко И.А., Яшонков А.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ВЕТЧИННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ

Аннотация. В работе проанализированы и представлены результаты цикла исследований по определению возможности применения инновационной технологии при производстве реструктурированных изделий из мяса птицы. Обработка высоким гидростатическим давлением пищевых продуктов применяется во многих зарубежных странах. В России ученые проводят экспериментальные исследования на автоматизированных установках высокого давления (АУВД). Был проведен анализ источников литературы, на основе которого принято решение изучить статический и циклический режимы обработки высоким давлением для получения готовой продукции. Технологический процесс проводили при 700 МПа в течение 45 минут, контрольным образцом являлась вареная ветчина. В данной работе изучено изменение органолептических показателей, особое внимание уделяли консистенции, виду фарша на разрезе, вкусу и аромату мясопродуктов. На втором этапе исследований определили изменение структурно-механических свойств новых продуктов. Предложен наиболее рациональный режим обработки высоким давлением для изготовления реструктурированных мясных продуктов.
Ключевые слова: высокое гидростатическое давление, ветчина, мясо птицы.

Prokopenko I.A., Yashonkov A.A.

TECHNOLOGY IMPROVEMENT RESTRUCTURED HAM PRODUCTS FROM POULTRY MEAT

Abstract. The paper analyses and presents the results of experimental studies to determine the feasibility of an innovative technology for the production of restructured poultry meat products. High hydrostatic pressure treatment of food products is used in many foreign countries. In Russia scientists conduct experimental research on automated high-pressure units (AHPU). Literature sources were analysed, on the basis of which it was decided to study static and cyclic high pressure treatment modes in order to obtain finished products. The technological process was carried out at 700 MPa during 45 minutes, the control sample was a boiled ham. In this work we studied the change in organoleptic indicators, paying special attention to the consistency, the type of minced meat on the cut, taste and aroma of meat products. At the second stage of research determined the change in structural and mechanical properties of the new products. The most rational mode of high pressure processing for the manufacture of restructured meat products was proposed.
Keywords: high hydrostatic pressure, ham, poultry meat.

Введение. Особое место в ежедневном рационе современного человека занимают колбасные изделия. Наряду с группой вареных колбас, особо популярными также являются ветчинные продукты деликатесной группы.

Ветчины относятся к реструктурированным мясопродуктам, которые представляют собой формованные изделия, изготовленные из небольших кусков или обезличенного мяса с функциональными добавками. В следствии процесса реструктуризации происходит склеивание составных частей, в результате чего внешний вид готового продукта имитирует цельномышечные изделия.

Мясная реструктуризация в последние годы вызывает особый интерес у переработчиков, так как позволяет расширить ассортимент продукции предприятия, используя размороженное сырье с неконтролируемыми значениями pH, а также мясо с признаками PSE и DFD. Данная технология позволяет выпускать продукцию с заданными органолептическими характеристиками и пищевой ценностью, модифицировать функционально-технологические

и структурно-механические свойства системы, повысить выход мясопродуктов, и, следовательно, рентабельность производства.

Перспективным источником сырья для предприятий мясной промышленности уже несколько лет подряд является продукция птицеводства. В настоящее время Россия входит в пятерку лидеров по производству куриного мяса. В 2023 году на мировом и российском рынке прогнозируется наращивание мощностей данной отрасли, а также предполагается увеличение внутреннего потребления с 4,650 млн тонн до 4,700 млн тонн [1].

Мясо птицы имеет высокую биологическую ценность, особый интерес представляют белки, жиры и минеральные вещества. Однако, в технологии мясопродуктов это сырье отличается от говядины и свинины по составу и свойствам, поэтому использование технологических приемов, характерных для производства цельномышечных изделий из говядины и свинины, оказалось невозможным. Установлено, что ветчины из куриного мяса (кур, цыплят-бройлеров) не имели монолитной структуры, были сухими, безвкусными с крошливой консистенцией [2].

Качество продукции напрямую зависит от характеристик сырья: обваленое мясо птицы более волокнистое, обладает меньшей влагосвязывающей способностью, содержит большое количество растворимых белков и небольшое количество мышечных белков; жир – легкоплавкий, быстрее окисляется, количество внутримышечного жира невелико, так как в основном он локализован в брюшной полости тушки. Поэтому для производства готовой продукции с высокими потребительскими характеристиками технологи решают комплекс задач: используют охлажденное мясо, процесс посола включает шприцевание и массирование в присутствии нитрита, соли и фосфатов; для структурообразования добавляют соевые белковые препараты, эмульсии и т.п.

Известно, что фосфаты не рекомендуют использовать там, где нужно сохранить первоначальную структуру волокон. У таких продуктов отмечается «желированный» внешний вид, они более жесткие, а растворенные протеины формируют вязкую массу белка на поверхности филе, образуя «омыленный» эффект, что недопустимо [3].

Согласно ТР ТС 029/2012 [4], консервант и краситель нитрит натрия в технологии мясопродуктов можно применять только в составе нитритно-посолочных смесей с содержанием нитрита не более 0,9 %. Потенциальная опасность колбас, содержащих нитрит натрия, не установлена, однако, потребители негативно воспринимают информацию о его наличии в мясопродуктах.

Маркетинговые исследования доказали нежелание или полный отказ населения употреблять продукты с содержанием сои, из-за опасений получения ее путем генетической модификации, присутствия бобового привкуса и запаха у готовых продуктов, содержания антипитательных веществ [5].

Для удовлетворения требований современного потребителя проблема создания новых птицеёмких рецептур и применение инновационных технологий на сегодняшний день является актуальной и востребованной. Одним из путей решения может быть использование в мясной промышленности высокого гидростатического давления.

Зарубежом HPP-обработка (от High Pressure Preservation, «обработка под высоким давлением») позволяет производить не только совершенно новый вид продукции, но и расширять свои производства от регионального до национального масштаба [6].

К преимуществам способа, так называемой «холодной пастеризации», относится то, что при атермической обработке происходит инактивация микроорганизмов и ферментов, влияющих на продолжительность хранения готовой продукции; вкусовые и питательные свойства практически не подвергаются изменениям; появляется возможность управлять и изменять функциональные свойства компонентов рецептуры и т.д.

Проведенные раннее исследования показали перспективность использования высокого гидростатического давления (ВГД) для производства продуктов из мяса птицы [7-9]. Новый продукт отличался плотной консистенцией, высокой сочностью, приятными вкусовыми характеристиками, при этом срок хранения ветчины, полученной без использования тепловой

обработки, был в 5 раз выше, чем у ее аналогов, произведенных по традиционной технологии.

Результаты исследования отечественных ученых показали, что степень готовности (снижение остаточного количества кислой фосфатазы) мясного продукта достигается при обработке давлением 700 МПа, при этом циклический режим обработки говяжьего мяса ускоряет глубину происходящих качественных изменений, по сравнению со статическим режимом [10]. Также доказано, что обработка ВД готовых колбасных изделий не вызывала изменений качественного состава аминокислот [11]. Нами ранее было установлено, что режим ВГД для мяса птицы 220-250 МПа, выдержка 25-30 мин можно рекомендовать для интенсификации процесса посола [12].

Таким образом, представляет интерес возможность применения технологии ВГД для производства реструктурированных мясопродуктов, в том числе из мяса птицы.

Цель исследования – изучение возможности применения высокого гидростатического давления в технологии производства реструктурированных ветчинных изделий из мяса птицы.

Предмет исследований – изделия из куриного фарша, полученные при различных способах и режимах технологической обработки.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи:

– проанализировать существующие способы и режимы обработки мясного сырья ВГД;

– обосновать рациональные режимы ВД для производства реструктурированных ветчин из мяса птицы;

– определить органолептические и структурно-механические показатели готовой продукции.

Материалы и методы исследования

Теоретическая и методологическая основа исследований включала отечественные и зарубежные публикации, а также научно-техническую и справочную литературу. В данном исследовании применялся аналитический обзор информации в области использования ВГД в технологии мясопродуктов, также анализ и систематизация результатов, метод сравнения и обобщения, в заключении – экспериментальные исследования.

Руководясь результатами обзора литературы, было приянто решение проводить эксперименты при двух режимах обработки ВД:

1. Статический режим (СР) – 700 МПа, экспозиция 45 мин;
2. Циклический режим (ЦР) – 200 МПа с выдержкой 5 мин, повышение давления до 700 МПа с выдержкой 15 мин, затем цикл повторяли, общая продолжительность обработки ВГД составляла 45 мин с учетом постепенного повышения и понижения величины давления. Исследования проводили в пятикратной повторности.

Предметом исследования в работе являлись ветчинные изделия по ГОСТ Р 55499-2013, в состав которых помимо мясного фарша входили:

– вода питьевая – ГОСТ Р 51232-98;
– соль поваренная пищевая – ГОСТ Р 51574-2000,
– перец черный молотый – ГОСТ 29050-91.

Экспериментальные образцы получали путем измельчения охлажденного (температура 2 ± 1 °С) мяса птицы на волчке с диаметром отверстий решетки 6 мм, смешивания с солевым раствором и специями. После перемешивания массу упаковывали в поливинилиденхлоридную пленку «Повиден» (ТУ 6-01-1086-82) с помощью вакуумного шприцевания. Размер полученных батонов: длина – 60 мм, диаметр – 35 мм.

Опытный образец 1 обрабатывали высоким давлением в статическом режиме на экспериментальной установке высокого давления (УВД), разработанной и изготовленной в Донецком национальном университете экономики и торговли (ДонНУЭТ) имени Михаила Туган-Барановского, опытный образец 2 – в циклическом режиме.

В качестве рабочей среды использовалась экологически безопасная жидкость ПЭС-3, обладающая необходимой гидростатичностью, высоким электросопротивлением. Температура контактной среды равна 20 ± 1 °С.

Контрольный образец погружали в емкость с водой (при соотношении воды и продукта

не менее чем 5:1), доводили до кипения и варили при 80-85 ºС, общая продолжительность процесса составляла около 45 мин. После варки ветчину охлаждали холодной водой.

Экспериментальные образцы по завершении технологической обработки направляли на исследования. Органолептические показатели определяли согласно ГОСТ 9959-2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки» для целых и разрезанных ветчин с помощью 5-балльной шкалы оценивания. Методы определения органолептических показателей:

– внешний вид, цвет и состояние поверхности – визуальный осмотр готового изделия;

– оценка среза изделия – визуально на только что сделанных поперечных и продольных разрезах;

– определение запаха – на поверхности продукта, аромата – у нарезанных ломтиков;

– определение консистенции – надавливанием, разрезанием, разжевыванием, устанавливая плотность, рыхлость, крошливость, нежность, жесткость, упругость, однородность массы и т.п.;

– определение вкуса – дегустация с определением выраженности солености, аромата пряностей, наличия или отсутствия постороннего привкуса и/или послевкусия.

Для определения структурно-механических показателей использовали прибор ПМ-3. Метод определения усилий среза основан на измерении усилия, необходимого для разрушения образца путем среза в камере постоянного объема. Эксплуатация прибора дает четкие и стабильные результаты для колбас с однородной структурой [13].

Результаты исследования и их обсуждение

Ветчина, произведенная по классической технологии, представляет собой бескостный продукт, предварительно подвергнутый посолу, созреванию и варке для получения монолитной структуры, а также упругой консистенции.

При определении качества новых мясопродуктов первым этапом исследований было изучение органолептических свойств (признаков), которые являются основными критериями при выборе продукта потребителем. Сенсорный анализ быстро и объективно дает общую оценку качества готовых изделий. Вкусовые достоинства экспериментальных ветчин определяли с помощью общепринятой методики, профилограммы органолептических показателей представлены на рисунке 1.

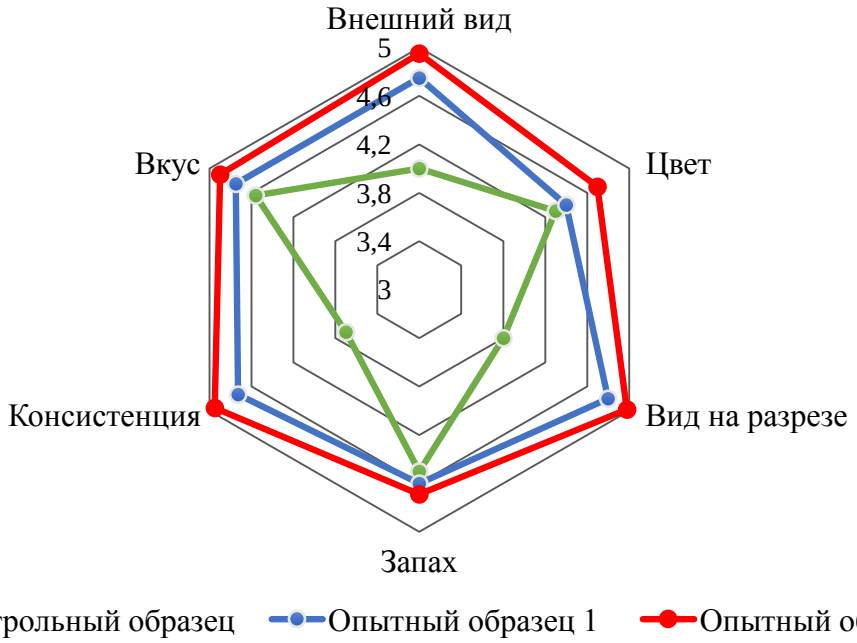


Рисунок 1 – Изменение органолептических показателей образцов в зависимости от способа обработки

В результате дегустации было установлено, что опытные образцы имели более высокую общую органолептическую оценку по сравнению с контрольным образцом (24,8 баллов – контроль; 28,1 баллов – образец 1; 29,1 баллов – образец 2). По запаху и цвету ветчина, приготовленная по новой технологии, имела незначительное преимущество. В целом у изделий отмечали легкий аромат специй и отсутствие постороннего запаха. Цвет был белым, свойственный вареному мясу птицы. Вкус – свойственный данному виду продуктов; у образцов, приготовленных с применением ВГД при ЦР, вкус был более нежным, по сравнению с вареной ветчиной. Сравнивая опытные образцы 1 и 2 между собой по данному показателю, некоторые эксперты отметили чуть менее интенсивный вкус ветчины, приготовленной при статическом режиме. По нашему мнению, это может быть вызвано тем, что во время выдержки пищевой системы при 200 МПа (ЦР) происходит интенсификация процесса посола благодаря нарушению мышечной структуры, в результате чего более полно происходит проникновение посолочных веществ.

Значительные отличия у экспериментальных образцов наблюдали по показателям внешний вид, консистенция и вид на разрезе. Вареная ветчина имела неудовлетворительный внешний вид, а также наличие пустот на разрезе, неоднородную структуру. У образцов 1 и 2 внешний вид сответствовал требованиям нормативной документации: поверхность чистая, сухая, без наплывов фарша, слипов, бульонных и жировых отеков. Вид на разрезе контрольного образца имел оценку на 29,5 % ниже, чем образец 2.

Консистенция вареной ветчины была более крошливой, сухой, по сравнению с ветчиной, приготовленной высоким давлением. Это связано с тем, что в составе мясного фарша не было функциональных добавок. Средний балл за консистенцию термически приготовленного продукта был ниже на 27,8 % по сравнению с 1 образцом, и на 33,8 % – со 2 образцом. Изделия, приготовленные при статическом, режиме были более упругими, менее сочными по сравнению с ветчиной, которую вырабатывали при ЦР, разница между показателями 1 и 2 образца составила 4,65 %.

Анализируя полученные результаты, пришли к выводу, что высокое гидростатическое давление позволяет получить монолитную структуру, которая при нарезании не распадается, а также более нежную и сочную консистенцию, чем у классических ветчин, что является основной целью при производстве реструктурированных деликатесных изделий. Положительный эффект на вкусовые характеристики оказал циклический режим обработки.

Структурно-механические показатели позволяют определить изменение консистенции в зависимости от способа производства ветчин. Поэтому следующим этапом работы было определение предельного напряжения среза образцов, результаты измерений представлены на рисунке 2.

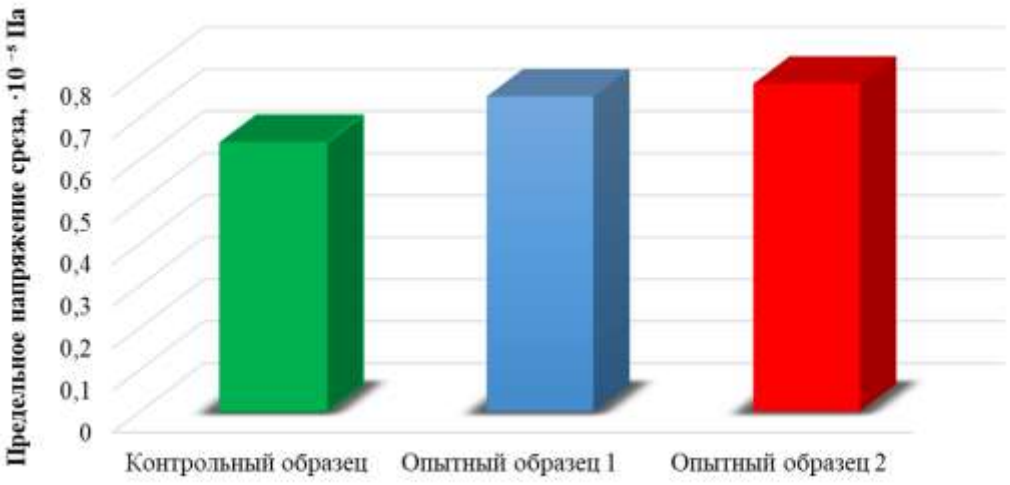


Рисунок 2 – Изменение структурно-механических показателей (предельного напряжения среза) образцов в зависимости от способа обработки

Из рисунка видно, что структурно-механические характеристики изменяются в зависимости от способа и режима технологической обработки. Контрольный образец имел наименьшее значение показателя, а опытный образец 2 – наибольшее. Эксперименты показывают, что упругость пищевой системы повышается вследствие дополнительного взаимодействия диполей, образующихся в белковой структуре под действием ВГД, в большей степени при ЦР, с молекулами воды. Такая гидратация белковых молекул имеет упорядоченную структуру, плотность которой значительно выше обычной.

Выводы

Полученные результаты исследований указывают на то, что применение высокого давления при производстве ветчин из мяса птицы способствует получению мясопродуктов с высокими органолептическими характеристиками, по сравнению с традиционной технологией. Готовые изделия отличались более сочной и нежной консистенцией, выраженным вкусом и ароматом, однородной структурой на разрезе. Улучшение показателей опытных образцов связано с меньшими изменениями постденатурации белков, вследствие меньшего уплотнения гелей за счет коагуляции. Циклический режим обработки ВГД позволил получить реструктурированные изделия с высокими показателями. По нашему мнению он способствует интенсификации процесса посола сырья, что дает возможность исключить применение массирования в технологическом процессе производства деликатесных мясопродуктов.

Список использованной литературы:

1. Сайт независимого портала для специалистов мясной индустрии «Мясной эксперт». URL: https://meat-expert.ru/articles/657-proizvodstvo-kuryatiny-problemy-2022-goda-i-prognoz-na-2023-y (дата обращения: 20.01.2023).
2. *Иванов С.В., Кишенько И.И., Крыжова Ю.П.* Обоснование рецептурных компонентов многофункциональных рассольных коллоидных систем цельномышечных мясных продуктов // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 1 (32). С. 22-29.
3. *Булычев И.Н.* Новые продукты мировых производителей SONAC и BARENTZ // Мясная индустрия. 2009. № 9. С. 26-28.
4. Сайт электронного фонда правовых и нормативно-технических документов «Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012». URL: https://docs.cntd.ru/document/902359401 (дата обращения: 20.01.2023).
5. *Стаценко Е.С.* Исследование предпочтений населения при употреблении соевых продуктов // Дальневосточный аграрный вестник. 2011. № 2 (18). С. 44-46.
6. Сайт FOODBAY BLOG «HPP-ТЕХНОЛОГИИ ОТ AVURE TECHNOLOGIES INCORPORATED». URL: https://foodbay.com/wiki/masnaja-industrija/2021/12/10/hpp-tehnologii-ot-avure-technologies-incorporated/ (дата обращения: 20.01.2023).
7. *Volkov A., Donskova L., Kotkova V.* High Pressure Processing of Meat and Meat Products: Application Aspects and Prospects of Use // E3S Web of Conferences. Yekaterinburg. 2020. P. 3011. DOI: 10.1051/e3sconf/202022203011.
8. *Прокопенко И.А.* Применение высокого давления для производства ветчины из мяса птицы с пролонгированным сроком хранения // Все о мясе. 2021. № 4. С. 40-43. DOI: 10.21323/2071-2499-2021-4-40-43.
9. *Drobotko V., Bukin G., Sokolov S. et al.* Influence of high hydrostatic pressure on the optical properties of minced fish proteins // E3S Web of Conferences, 23-24 september 2020. Blagoveshchensk, 2020. P. 04014. DOI: 10.1051/e3sconf/202020304014.
10. *Жаксылыкова М.О.* Качественные показатели мяса при воздействии высокого гидростатического давления : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Меруерт Омархановна Жаксылыкова. Москва, 1994. 19 с.
11. *Донскова Л.А, Коткова В.В., Волков А.Ю.* Исследования биологической ценности вареных колбасных изделий, обработанных высоким гидростатическим давлением // Вестник

Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2017. № 4 (49). С. 99-106.
12. *Прокопенко И.А.* Интенсификация процесса посола мяса птицы с помощью высокого гидростатического давления // Птица и птицепродукты. 2019. № 4. С. 23-25. DOI: 10.30975/2073-4999-2019-21-4-23-25.
13. *Кабулов Б.Б., Какимов А.К., Буянова И.В. и др.* Разработка методики определения напряжения среза готовых продуктов // Молодые ученые – основа будущего машиностроения и строительства: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. Курск. 2014. С. 135-139.

References:

1. *Sayt nezavisimogo portala dlya specialistov myasnoj industrii «Myasnoj ekspert»* [Site of the independent portal for meat industry specialists “Meat Expert”]. (In Russian). https://meat-expert.ru/articles/657-proizvodstvo-kuryatiny-problemy-2022-goda-i-prognoz-na-2023-y (accessed 20.01.2023).
2. Ivanov S.V., Kishen'ko I.I., Kryzhova Yu.P. Obosnovanie recepturnyh komponentov mnogofunkcional'nyh rassol'nyh kolloidnyh sistem cel'nomyshechnyh myasnyh produktov [Substantiation of prescription components of multifunctional brine colloidal systems of whole-muscle meat products]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv* [Technique and Technology of Food Production], 2014, no. 1 (32), pp. 22-29. (In Russian).
3. Bulychev I. N. Novye produkty mirovyh proizvoditelej SONAC i BARENTZ [New products of global manufacturers SONAC and BARENTZ]. *Myasnaya industriya* [The Meat Industry], 2009, no. 9, pp. 26-28. (In Russian).
4. *Sayt elektronnogo fonda pravovyh i normativno-tekhnicheskih dokumentov «Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 029/2012»* [Site of the electronic fund of legal and regulatory technical documents “Technical Regulations of the Customs Union TR CU 029/2012”]. (In Russian). Available at: https://docs.cntd.ru/document/902359401 (accessed 20.01.2023).
5. Stacenko E.S. Issledovanie predpochtenij naseleniya pri upotreblenii soevyh produktov [Study of the preferences of the population in the use of soy products]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik* [Far Eastern Agrarian Bulletin], 2011, no. 2 (18), pp. 44-46. (In Russian).
6. *Sayt FOODBAY BLOG «HPP-TEKHNOLOGII OT AVURE TECHNOLOGIES INCORPORATED»* [Site FOODBAY BLOG “HPP TECHNOLOGIES FROM AVURE TECHNOLOGIES INCORPORATED”]. (In Russian). Available at: https://foodbay.com/wiki/masnaja-industrija/2021/12/10/hpp-tehnologii-ot-avure-technologies-incorporated/ (accessed 20.01.2023).
7. Volkov A., Donskova L., Kotkova V. High Pressure Processing of Meat and Meat Products. Application Aspects and Prospects of Use. *E3S Web of Conferences.* Yekaterinburg, 2020, pp. 3011. (In English). DOI: 10.1051/e3sconf/202022203011.
8. Prokopenko I.A. Primeneniye vysokogo davleniya dlya proizvodstva vetchiny iz myasa ptitsy s prolongirovannym srokom khraneniya [The use of high pressure for the production of ham from poultry meat with a prolonged shelf life]. *Vse o myase* [All About Meat], 2021, no. 4, pp. 40-43. (In Russian). DOI: 10.21323/2071-2499-2021-4-40-43.
9. Drobotko V., Bukin G., Sokolov S. et al. Influence of high hydrostatic pressure on the optical properties of minced fish proteins. *E3S Web of Conferences*, 23-24 september 2020, Blagoveshchensk, 2020, pp. 04014. (In English). DOI: 10.1051/e3sconf/202020304014.
10. Zhaksylykova M.O. *Kachestvennyye pokazateli myasa pri vozdeystvii vysokogo gidrostaticheskogo davleniya : avtoref. dis. ... kand. tekh. nauk* [Qualitative indicators of meat under the influence of high hydrostatic pressure. Cand. tech. sci. diss. abstr.]. Moscow, 1994, 19 p. (In Russian).
11. Donskova L.A, Kotkova V.V., Volkov A.Yu. Issledovaniya biologicheskoy tsennosti varenykh kolbasnykh izdeliy, obrabotannykh vysokim gidrostaticheskim davleniyem [Studies of the

biological value of boiled sausages treated with high hydrostatic pressure]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova*, 2017, no. 4 (49), pp. 99-106. (In Russian).

12. Prokopenko I.A. Intensifikatsiya protsessa posola myasa ptitsy s pomoshch'yu vysokogo gidrostaticheskogo davleniya [Intensification of the salting process of poultry meat using high hydrostatic pressure]. *Ptitsa i ptitseprodukty* [Poultry and Poultry Products], 2019, no. 4, pp. 23-25. (In Russian). DOI: 10.30975/2073-4999-2019-21-4-23-25.
13. Kabulov B.B., Kakimov A.K., Buyanova I.V. Razrabotka metodiki opredeleniya napryazheniya sreza gotovykh produktov [Development of a method for determining the shear cutting of finished products]. *Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Molodyye uchenyye – osnova budushchego mashinostroyeniya i stroitel'stva»* [Collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Conference “Young Scientists – the Basis of the Future of Mechanical Engineering and Construction ”]. Kursk, 2014, pp. 135-139. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Прокопенко Ирина Александровна	канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые технологии и оборудование» Севастопольский государственный университет 299011, г. Севастополь, ул. Гоголя, 14 iaprokopenko.sevsu@mail.ru
Prokopenko Irina Aleksandrovna	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of Food technologies and equipment Sevastopol State University 299011, Sevastopol, Gogol str., 14 iaprokopenko.sevsu@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

УДК 582.272.1:536.24:66.021.4:66.047 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.011**

Фоменко Е.В., Запорожец Е.Ю., Руденко М.Ф., Алексанян И.Ю., Андреева Е.В., Нугманов А.Х.-Х.

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭКТОКАРПУСА

Аннотация. Самыми широко востребованными в пищевой индустрии биополимерами служат полисахариды, к примеру, натриевый альгинат. В Каспийском бассейне к числу видов бурых водорослей, богатых на альгинаты, можно причислить семейство эктокарпусовых. При получении альгината натрия, как правило, используется предварительно высушенное водорослевое сырье, но из всех процессов производства пищевых продуктов обезвоживание является самой энергозатратной процедурой. Итоговым результатом операции высушивания водорослевого сырья служит выработка материала с наилучшей биологической ценностью, а также параметрами, наилучшими для ее сохранности. Определение рациональных режимных показателей влагоудаления из водорослей опирается на описание переноса тепловой энергии и массы, форм связи влаги с сухим остатком, на физико-химических и иных параметрах материалов на отдельных стадиях рекомендуемой технологии. В связи с этим целью исследования для корректного проведения тепловых расчетов послужило определение теплофизических и структурно-механических характеристик эктокарпуса. Для проведения расчетных процедур при проектировании тепловых процессов и оборудования для обезвоживания теоретически и опытным путем определены теплофизические параметры и физическая плотность водорослевого сырья в определенных рамках варьирования влажности объекта влагоудаления, его температуры и параметров теплоносителя, которые обусловливают выбор рациональных режимных параметров сушки обозначенных водорослей.
Ключевые слова: Бурые водоросли, эктокарпус, альгинаты, теплофизические характеристики, плотность, сушка, коэффициент теплоотдачи.

Fomenko E.V., Zaporozhec E.Yu., Rudenko M.F., Aleksanian I.Yu., Andreeva E.V., Nugmanov A.H.-H.,

THERMOPHYSICAL AND STRUCTURAL PARAMETERS OF THE ECTOCARPU

Abstract. The most widely used biopolymers in the food industry are polysaccharides, such as sodium alginate. In the Caspian basin, among the species of brown algae rich in alginates, one can classify the family of Ectocarpus. Sodium alginate typically uses pre-dried algal raw materials, but of all food production processes, dehydration is the most energy-intensive procedure. The final result of the operation of drying algal raw materials is the production of material with the best biological value, as well as the best parameters for its preservation. Determination of rational regime indicators of moisture removal from algae is based on the description of the transfer of thermal energy and mass, the forms of moisture-dry residue bonding, on the physicochemical and other parameters of materials at individual stages of the recommended technology. In this regard, the purpose of the study for the correct conduct of thermal calculations was the determination of the thermophysical and structural-mechanical characteristics of the ectocarpus. To carry out calculation procedures in the design of thermal processes and equipment for dehydration, the thermophysical parameters and physical density of algal raw materials are theoretically and experimentally determined within certain limits of varying the humidity of the dehumidification object, its temperature and coolant parameters, which determine the choice of rational mode parameters for drying the indicated algae.
Keywords: Brown algae, ectocarpus, alginates, thermophysical characteristics, density, drying, heat transfer coefficient.

Введение. Самыми широко востребованными в пищевой индустрии биополимерами служат полисахариды, например, натриевый альгинат (пищевая добавка Е401) как анионная

субстанция. Данное вещество является гелеформирующим премиксом водных растворов при смешении с натриевыми солями и/или отрицательно заряженных полимерных комплексов. Альгинат натрия зарекомендовал себя в качестве загустителя при производстве изделий в желе, соусах и заливках, используется как влагоудерживающий ингредиент в хлебе и хлебобулочных изделиях и др. [1-4]. Принимая во внимание [5], можно сделать вывод о том, что бурые водоросли морской природы (фукус и ламинария) в современных условиях служат уникальным индустриальным источником альгинатов. В отдельных государствах выработка альгинатов проводится по специфическим технологическим путям, но в основном, принципы их извлечения из водорослевого сырья подобны.

В Каспийском бассейне превалирующими является диатомовое водорослевое сырье (292 типа), зеленое (139 типов), присутствующие преимущественно в пресной водной среде, а также реже в солоноватых и морских водных ареалах, и сине-зелёное (203 типа) [6]. Иные его подвиды реже встречаются. Например, присутствует 13 типов бурого водорослевого сырья, к которому можно причислить и эктокарпус [7, 8], а учитывая, что к числу видов, богатых на альгинаты, относятся бурые водоросли, то этот вид нитевидных водорослей семейства эктокарпусовых представляет особый интерес. Эктокарпус – макроскопическая (до 60 см), нитчатая гетеротрихальная водоросль, имеющая вид ветвистых кустиков. Альгинаты образуют основной структурный полисахарид многих морских бурых водорослей и эктокарпус здесь не является исключением [9].

Выявление комплекса энергетических и физических и химических явлений при предварительной обработке сырья из бурых водорослей, в частности нитевидных водорослей семейства эктокарпусовых и последующем извлечении из них альгиновой кислоты, предопределяет рациональную выработку природных пищевых премиксов с определенными потребительскими показателями при падении энергоемкости процессов таких технологий. Из всех процессов производства пищевых продуктов обезвоживание является самой энергозатратной процедурой [10, 11]. Итоговым результатом операции высушивания служит выработка материала с наилучшей биологической ценностью, а также параметрами, наилучшими для ее сохранности. Определение рациональных режимных показателей влагоудаления из водорослей опирается на описание переноса тепловой энергии и массы, на физико-химических и иных параметрах материалов на отдельных стадиях рекомендуемой технологии [10].

Целью исследования является определение теплофизических и структурно-механических характеристик эктокарпуса как объекта сушки для корректного проведения тепловых расчетов.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования послужил эктокарпус в нативном и сухом виде.

Физическая плотность водорослевого сырья ρ, (кг/м^3) в температурных рамках от 5 до 90 °С малозаметно варьируется и по этой причине здесь хватает одного опыта для выявления значения ρ пикнометрическим методом по ГОСТ Р 53654.1-2009 (ИСО 2811-1:1997) [12].

При влагоудалении влажность водорослей уменьшается, соответственно меняется и его физическая плотность, которую можно рассчитать, используя правило аддитивности, из чего следует, что ее изменение можно выразить линейно, но в этом случае необходимо будет определить эту характеристику при любой фиксированной влажности W.

Теплофизические характеристики (ТФХ, теплопроводность λ (Вт/(м·К)), температуропроводность a (м^2/с) и удельная теплоемкость c_M (Дж/(кг·К)) водорослей в рамках изменения температуры T от 5 до 90 °С также малозаметно варьируются и по этой причине здесь хватает одного опыта для выявления значений ТФХ для эктокарпуса, зондовым экспресс методом [13], который в отличие от иных имеет возможность выявлять комплекс теплофизических значений объекта анализа, трансформированного в тонкоизмельченную биомассу для быстрого введения термического в пробу, в течение технологической процедуры.

При этом с целью реализации опытной серии по выявлению значений ТФХ объекта

исследования использовался электронный измеритель *Т* «ЛТ-300» с миниатюрным в виде пленочного покрытия на керамической основе термопарой сопротивления из платины. На рисунке 1 схематично изображен опытный стенд для обозначенной цели.

Алгоритм опыта состоит из определенных стадий. *Т* композиции 6 с ледяными кубиками 2 в водной среде, помещенной в емкость из бумаги 3 фиксируется на уровне 1…2 °С, впоследствии проводят активацию программного компьютерного обеспечения ThermoChart 7 и посредством измерителя *Т* «ЛТ-300» 4 *Т* фиксируется на мониторе. Образцом 1 с комнатной *Т* наполняют емкость для анализа 8, на которой располагается резервуар 3 с термическим щупом, который. впоследствии подсоединяют к системному компьютерному блоку для отражения *Т* на мониторе, быстро протыкается дно резервуара 3 термощупом из положения 5 в положение 9. ThermoChart ухватывает варьирование *Т,* по которому выявляют ТФХ. Опыт дублируется как минимум 5 раз, а полученные результаты табулируются и обрабатываются с целью нахождения ТФХ.

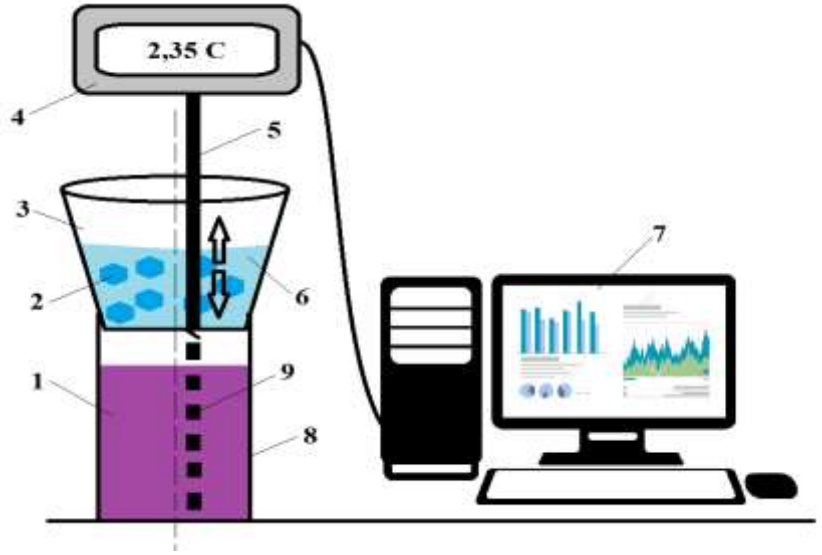


Рисунок 1 – Опытный стенд по выявлению значений теплофизических характеристик объекта исследования

Удельная теплоемкость водоросли есть параметр аддитивный и его варьирование можно описать линейным соотношением, зная его значение при какой-либо *W,* к примеру 70%, величина которой задается так, чтобы имелась возможность реализовать зондовый способ [13]. Коэффициент теплопроводности не является аддитивной величиной и потому он для нее может быть рассчитан путем суммирования этой характеристики для всех отдельных компонентов, из которых состоит этот вид водорослей. Однако, учитывая, что для двух значений влажности исследуемого водорослевого сырья величина теплопроводности нам известна, то зная λ для сухого продукта можно получить искомую зависимость. Коэффициент температуропроводности является комплексной характеристикой λ, a, c_M и ρ.

В расчетную схему операции обезвоживания также входят балансовые энергетические и массовые соотношения, опираясь на которые возможно выявить рациональное соотношение расходов объекта влагоудаления и теплоносителя [10]. В данные соотношения включены коэффициенты тепло- α и массоотдачи. Теплообмен между газовой средой и слоем эктокарпуса представляются сложной процедурой, обусловленной формой и размерными параметрами объекта влагоудаления, его порозности, параметров тепловой агента и его *Т*.

Для нахождения, в частности α известно опытное критериальное соотношение:

$$Nu = 0{,}123Re^{0.83}, \quad (1)$$

где $Nu = \frac{\alpha l_э}{\lambda_ж}$ ($l_э$ – эквивалентный размерный параметр объекта удаления влаги; $\lambda_ж$ – теплопроводность теплового агента); $Re = \frac{\rho v l_э}{\mu_ж}$ (ρv – массовая интенсивность движения теплового агента; $\mu_ж$ – его динамическая вязкость).

Уравнение 1 можно трансформировать в явную для расчета форму α, как:

$$\alpha = 0{,}123\lambda_ж \left(\frac{\rho}{\mu_ж}\right)^{0{,}83} l_э^{-0{,}17} v^{0{,}83}, \quad (2)$$

где ТФХ сушильного агента (воздух) $\lambda_ж$, ρ и $\mu_ж$ известны [14], а эквивалентный размер связан с диаметром нитей эктокарпуса или элементов слоевища другого водорослевого сырья, подвергаемого сушке $l_э = d_{экв}$.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты экспериментальных исследований по определению физической плотности водорослевого сырья при *W* 92% и 18% представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Экспериментальные данные по определению физической плотности объекта сушки при его влажности 92% и 18%

Номер эксперимента	1	2	3	4	5	Среднее значение
Плотность образца при его влажности 92%, кг/м^3	1111	1119	1115	1117	1118	1116
Плотность образца при его влажности 18%, кг/м^3	910	902	905	906	903	905

На рисунке 2 представлен линейный график изменения физической плотности объекта исследования в зависимости от *W*.

Рисунок 2 – Закономерность варьирования ρ эктокарпуса от его *W*

Ниже представлена зависимость ρ эктокарпуса от его *W*, которое действует в рамках $0{,}18 \leq W \leq 0{,}92$кг/кг и при *T* от 5 до 90°С:

$$\rho = 285{,}1W + 853{,}6. \quad (3)$$

Результаты экспериментальных исследований по определению ТФХ водорослевого сырья при W 92% и 70% представлены в таблице 2 и 3.

Таблица 2 – Теплофизические характеристики для водорослевого сырья при W = 92 %

Номер эксперимента	W,%	c_M, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^8$, м²/с	λ, Вт/(м·К)
1	92	3297	6,577	0,242
2		3301	6,515	0,240
3		3295	6,663	0,245
4		3285	6,792	0,249
5		3290	6,564	0,241
Среднее значение:	92	3294	6,622	0,243

Таблица 3 – Теплофизические характеристики для водорослевого сырья при W = 70 %

Номер эксперимента	W,%	c_M, Дж/(кг·К)	$a \cdot 10^8$, м²/с	λ, Вт/(м·К)
1	70	3180	6,659	0,223
2		3178	6,723	0,225
3		3167	6,507	0,217
4		3170	6,531	0,218
5		3179	6,751	0,226
Среднее значение:	70	3175	6,635	0,222

Ниже представлена зависимость c_M эктокарпуса от его W, которая действует в рамках влажности $0{,}18 \leq W \leq 0{,}92$ кг/кг и при T от 5 до 90 °С:

$$c_M = 540{,}9W + 2796{,}3. \quad (4)$$

На рисунке 3 представлен линейный график изменения c_M изучаемой водоросли в зависимости от его W.

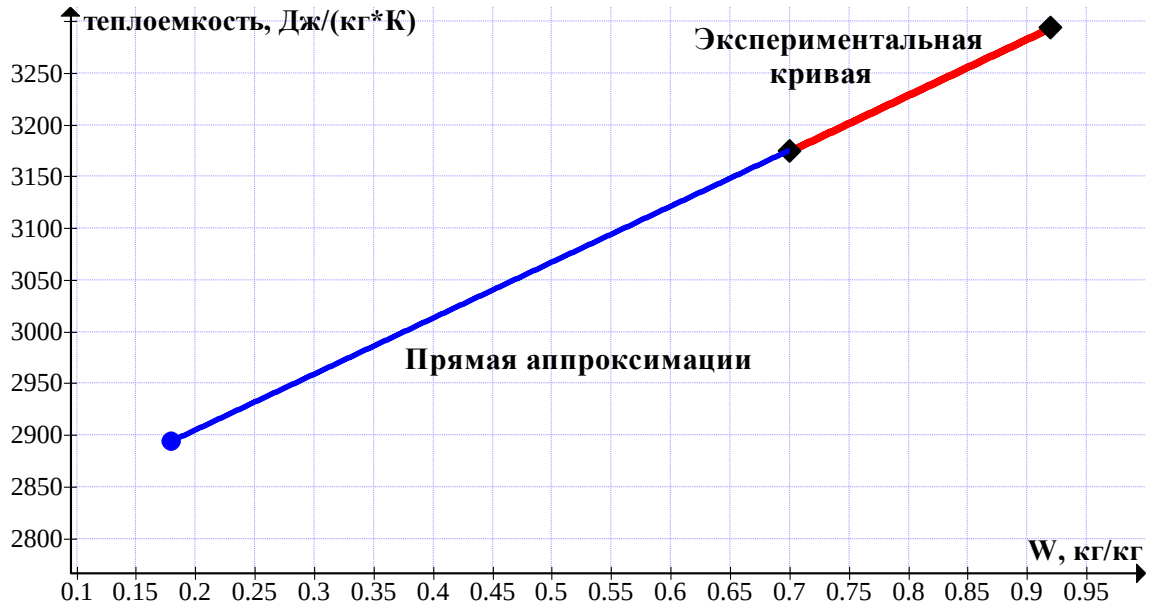


Рисунок 3 – График зависимости теплоемкости эктокарпуса от его влажности

Проведенный анализ патентной и научной литературы, связанный с исследованиями ТФХ водорослевого сырья [15, 16, 17] показал, что для бурых водорослей при их W 18…22% среднее значение λ можно принять равным 0,2 Вт/(м·К). На рисунке 4 представлен

полученный по известным трем точкам график изменения λ объекта исследования в зависимости от его W.

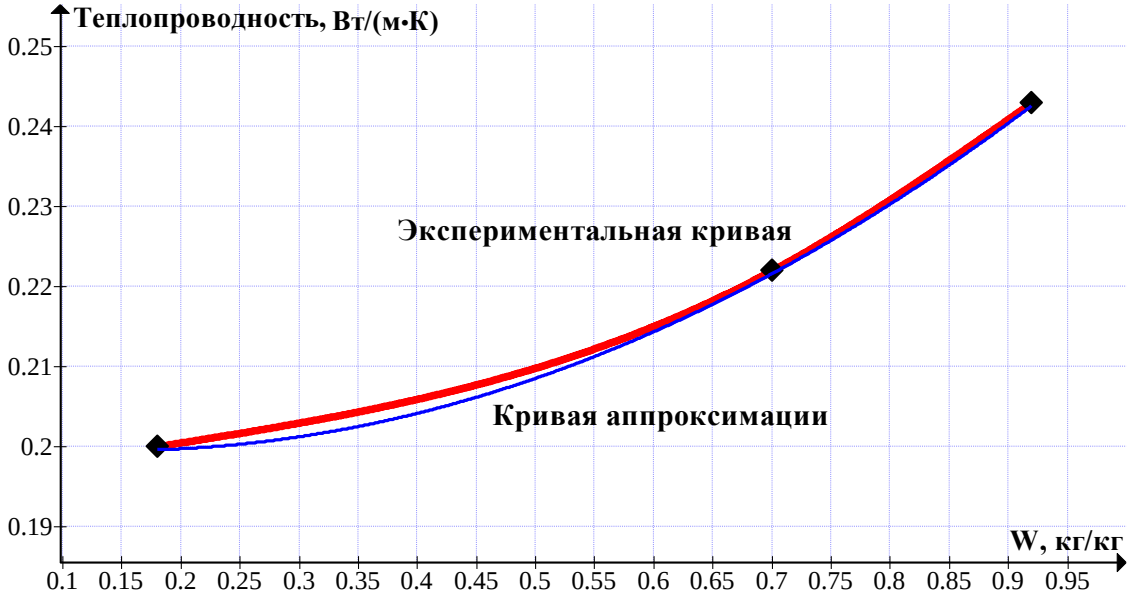


Рисунок 4 – Закономерность изменения λ эктокарпуса в зависимости от W

Ниже представлена зависимость λ эктокарпуса от его влажности для использования в инженерных расчетах, которое действует в рамках $0{,}18 \leq W \leq 0{,}92$ кг/кг и при T от 5 до 90 °С:

$$\lambda = 0{,}072W^2 - 0{,}021W + 0{,}201. \quad (5)$$

Температуропроводность эктокарпуса для заданных рамок варьирования W определяется, как:

$$a(W) = {\lambda(W)}\Big/{\left(c_M(W)\rho(W)\right)},$$

тогда зависимость a эктокарпуса от его влажности для использования в инженерных расчетах, которое действует в рамках $0{,}18 \leq W \leq 0{,}92$ кг/кг и при T от 5 до 90°С будет иметь следующий вид:

$$a = \frac{(0{,}072W^2 - 0{,}021W + 0{,}201)}{(540{,}9W + 2796{,}3)(285{,}1W + 853{,}6)}, \quad (6)$$

На рисунке 5 представлена графическая закономерность изменения $a = f(W)$ при T от 5 до 90 °С и W от 0,18 до 0,92 кг/кг.

Ниже в таблице 4 представлены численные значения $\lambda_ж$, ρ и $\mu_ж$ для сушильного агента (воздух) при его различных T. Отметим, что параметры, включенные в уравнение 2, обусловлены T теплового агента, Для его применения резонно ввести обобщенный показатель $K_\alpha = 0{,}123\lambda_ж \left(\frac{\rho}{\mu_ж}\right)^{0{,}83}$ и графически описать соотношение 2 номограммой, для возможности нахождения данного показателя без расчетных процедур.

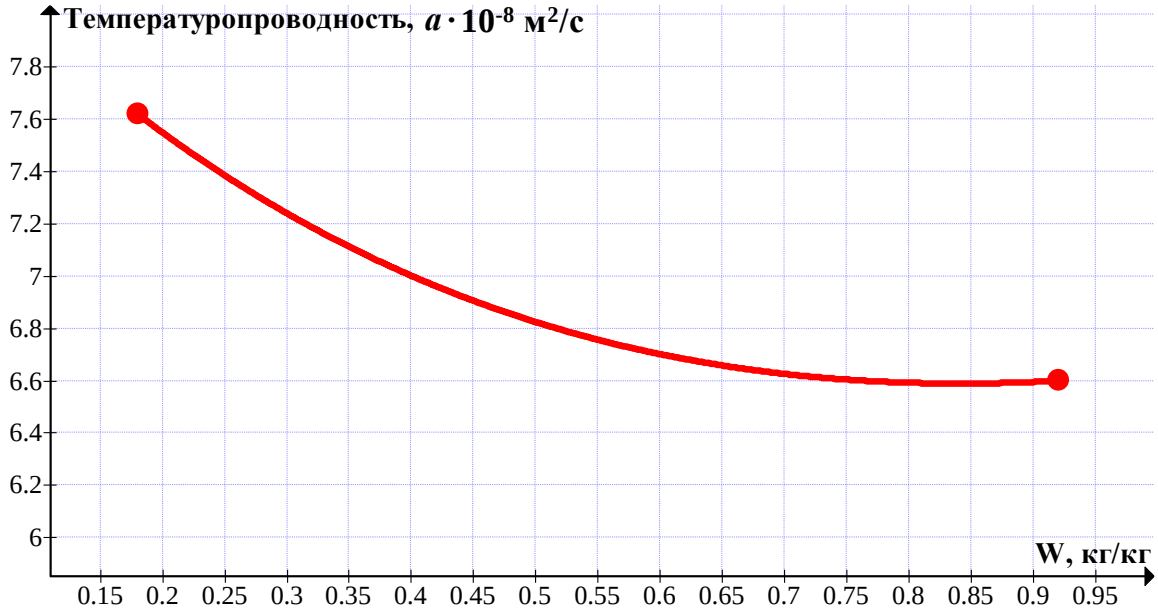


Рисунок 5 – Закономерность изменения *a* эктокарпуса от его *W*

Таблица 4 – Значения величин $\lambda_{ж}$, ρ и $\mu_{ж}$ для теплоносителя

t, °C	$\lambda_{ж}$, Вт/(м·К)	$\mu_{ж}$, Па·с	ρ, кг/м³
50	$2{,}8 \cdot 10^{-2}$	$19{,}61 \cdot 10^{-6}$	1,09
60	$2{,}9 \cdot 10^{-2}$	$20{,}12 \cdot 10^{-6}$	1,06
70	$2{,}9 \cdot 10^{-2}$	$20{,}61 \cdot 10^{-6}$	1,03
80	$3{,}06 \cdot 10^{-2}$	$21{,}12 \cdot 10^{-6}$	1
90	$3{,}1 \cdot 10^{-2}$	$21{,}51 \cdot 10^{-6}$	0,97
100	$3{,}2 \cdot 10^{-2}$	$21{,}91 \cdot 10^{-6}$	0,95

В таблице 5 сведены величины K_{α} для разных *T* теплового агента.

Таблица 5 – Коэффициент K_{α} для разных *T* теплоносителя

t, °C	50	60	70	80	90	100
K_{α}	30,2	29,6	28,9	28,5	28,1	27,8

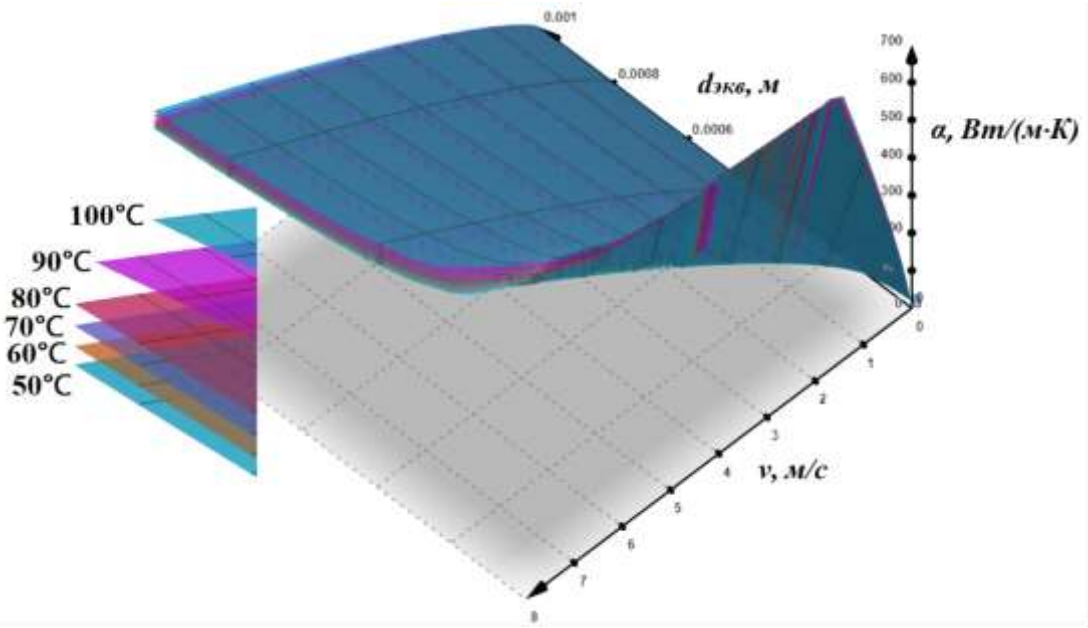


Рисунок 7 – Номограмма зависимости коэффициента теплоотдачи от нескольких переменных

На рисунке 6 показана обозначенная номограмма для получения α, обусловливающего интенсивность теплообмена между поверхностью частичек эктокарпуса и окружающей средой, в интервалах T от 50 до 100 ºС и интенсивности движения теплоносителя от 0,5 м/с до 8 м/с, а также эквивалентного размера объекта обезвоживания, рекомендованной в работах по теории и практике процесса сушки [18]. Определение α является основной задачей расчета теплообменных аппаратов.

Таким образом, цель исследования была достигнута, т.е. были определены теплофизические характеристики и физическая плотность эктокарпуса как объекта сушки в диапазоне $0{,}18 \leq W \leq 0{,}92$ кг/кг и при T от 5 до 90°С, необходимые для корректного проведения тепловых расчетов, в рамках изучаемой технологии выделения из водорослевого сырья альгиновых компонентов.

Выводы. Подытоживая отметим, что для проведения расчетных процедур при проектировании тепловых процессов и оборудования для обезвоживания теоретически и опытным путем определены теплофизические характеристики и физическая ρ водорослевого сырья в определенных рамках варьирования W объекта влагоудаления, его T и параметров теплоносителя, которые обусловливают выбор рациональных режимных параметров сушки водорослевого сырья.

Список использованной литературы:

1. Альгинат натрия в пищевой промышленности. URL: https://ssnab.ru/news/alginat-natrija-volshebnyj-i-bezopasnyj-ingredient-v-pischevoj-promyshlennosti/ (дата обращения: 28.01.2023).
2. *Ишевский А.Л., Успенская М.В., Гунькова П.И., Давыдов И.А., Василевская И.А.* Направления использования альгинатов в пищевой промышленности // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2019. № 51 (77). С. 61-69.
3. *Гиро Т.М., Андреева С.В., Литвишко К.А.* Пищевое покрытие на основе альгината натрия: перспективы использования // Мясная индустрия. 2017. № 5. С. 35-37.
4. *Шодиев Д.А., Курбонов Х.А.* Перспективы использования пищевых добавок в пищевой промышленности // Universum: технические науки. 2022. № 5-7 (98). С. 24-26.
5. *Чмыхалова В.Б.* Перспективные направления использования бурых водорослей в пищевой промышленности // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2012. № 21. С. 66-78.
6. *Мукатова М.Д., Привезенцев А.В., Киричко Н.А., Утеушев Р.Р.* Водные растения Волго-Каспия и возможность их переработки // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2005. № 3 (26). С. 158-166.
7. *Забержинская Э.Б., Караева Н.И., Макарова И.В.* История изучения водорослей Каспийского моря. Летопись науки в Азербайджане // Естествознание. 1969. № 1. С. 173-188.
8. *Киреева М.С., Щапова Т.Ф.* Материалы по систематическому составу и биомассе водорослей и высшей водной растительности Каспийского моря // Труды Института океанологии АН СССР. Т. XXIII. Биологические исследования морей. С. 125.
9. *Bixler H.J., Porse H.* A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry // Journal of Applied Phycology. 2012. Vol. 23. P. 321-335.
10. *Лыков А.В.* Тепло- и массообмен в процессах сушки. М.: Гостоптехиздат, 1956. 464 с.
11. *Куцакова В.Е., Богатырев А.Н.* Интенсификация тепло- и массообмена при сушке. М.: Пищевая промышленность, 1987. 236 с.
12. ГОСТ Р 53654.1-2009 (ИСО 2811-1:1997) Метод определения плотности. Пикнометрический метод. Часть 1. Материалы лакокрасочные. М.: Стандартинформ, 2010. 11 с.
13. *Панин А.С., Скверчак В.Д.* Экспресс-метод определения коэффициента

теплопроводности пастообразных и мелкодисперсных материалов // Известия вузов СССР. Пищевая технология. 1974. № 1. С. 140-143.
14. Физические свойства воздуха: плотность, вязкость, удельная теплоемкость. URL: http://thermalinfo.ru/svojstva-gazov/gazovye-smesi/fizicheskie-svojstva-vozduha-plotnost-vyazkost-teploemkost-entropiya (дата обращения: 29.01.2023).
15. *Ободов Д.А., Демидов С.Ф., Вороненко Б.А.* Сушка морских водорослей инфракрасным излучением // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 3. С. 179-192.
16. *Селяев В.П., Нурлыбаев Р.Е., Мамин Б.Ф., Неверов В.А., Куприяшкина Л.И.* Структурные, спектроскопические и теплофизические исследования природных диатомитов некоторых месторождений Республики Казахстан // Региональная архитектура и строительство. 2015. № 1. С. 5-10.
17. *Вальдман В.А., Вороненко Б.А., Ободов Д.А., Алферова В.В.* Некоторые предпосылки к моделированию процесса инфракрасной сушки морских водорослей // Вестник ИМСИТ. 2011. № 1-2 (45-46). С. 23-26.
18. *Касаткин А.Г.* Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник. М.: ООО ТИД Альянс, 2005. 753 с.

References:

1. *Al'ginat natriya v pishchevoj promyshlennosti* [Sodium alginate in the food industry]. (In Russian). Available at: https://ssnab.ru/news/alginat-natrija-volshebnyj-i-bezopasnyj-ingredient-v-pischevoj-promyshlennosti/ (accessed 28.01.2023).
2. Ishevsky A.L., Uspenskaya M.V., Gunkova P.I., Davydov I.A., Vasilevskaya I.A. Napravleniya ispol'zovaniya al'ginatov v pishchevoj promyshlennosti [Directions for the use of alginates in the food industry]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo instituta (tekhnicheskogo universiteta)* [Proceedings of the St. Petersburg State Technological Institute (Technical University)], 2019, no. 51 (77), pp. 61-69. (In Russian).
3. Giro T.M., Andreeva S.V., Litvishko K.A. Pishchevoe pokrytie na osnove al'ginata natriya: perspektivy ispol'zovaniya [Food coating based on sodium alginate: prospects for use]. *Myasnaya industriya* [Meat industry], 2017, no. 5, pp. 35-37. (In Russian).
4. Shodiev D.A., Kurbonov Kh.A. Perspektivy ispol'zovaniya pishchevyh dobavok v pishchevoj promyshlennosti [Prospects for the use of food additives in the food industry]. *Universum: tekhnicheskie nauki* [Universum: Technical Sciences], 2022, no. 5-7 (98), pp. 24-26. (In Russian).
5. Chmyhalova V.B. Perspektivnye napravleniya ispol'zovaniya buryh vodoroslej v pishchevoj promyshlennosti [Promising directions for the use of brown algae in the food industry]. V*estnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kamchatka State Technical University], 2012, no. 21, pp. 66-78. (In Russian).
6. Mukatova M.D., Privezencev A.V., Kirichko N.A., Uteushev R.R. Vodnye rasteniya Volgo-Kaspiya i vozmozhnost' ih pererabotki [Aquatic plants of the Volga-Caspian and the possibility of their processing]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University], 2005, no. 3 (26), pp. 158-166. (In Russian).
7. Zaberzhinskaya E.B., Karaeva N.I., Makarova I.V. Istoriya izucheniya vodoroslej Kaspijskogo morya. Letopis' nauki v Azerbajdzhane [History of the study of algae of the Caspian Sea. Chronicle of science in Azerbaijan]. *Estestvoznanie* [Natural science], 1969, no. 1, pp. 173-188. (In Russian).
8. Kireeva M.S., Shchapova T.F. Materialy po sistematicheskomu sostavu i biomasse vodoroslej i vysshej vodnoj rastitel'nosti Kaspijskogo morya [Materials on the systematic composition and biomass of algae and higher aquatic vegetation of the Caspian Sea]. *Trudy Instituta okeanologii AN SSSR. Biologicheskie issledovaniya morej* [Proceedings of the Institute of Oceanology of the USSR Academy of Sciences. Biological research of the seas], vol. 23, p. 125. (In Russian).

9. Bixler H.J., Porse H. A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry. *Journal of Applied Phycology*, 2012, vol. 23, pp. 321-335.
10. Lykov A.V. *Teplo- i massoobmen v processah sushki* [Heat and mass transfer in drying processes]. Moscow, Gostoptekhizdat Publ., 1956, 464 p. (In Russian).
11. Kutsakova V.E., Bogatyrev A.N. *Intensifikaciya teplo- i massoobmena* pri *sushke* [Intensification of heat and mass transfer during drying]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1987, 236 p. (In Russian).
12. *GOST R 53654.1-2009 (ISO 2811-1:1997). Metod opredeleniya plotnosti. Piknometricheskij metod. Chast' 1. Materialy lakokrasochnye* [State Standard R 53654.1-2009 (ISO 2811-1:1997). Density determination method. Pycnometric method. Part 1. Paintwork materials]. Moscow, Standartinform Publ., 2010, 11 p. (In Russian).
13. Panin A.S., Skverchak V.D. Ekspress-metod opredeleniya koefficienta teploprovodnosti pastoobraznyh i melkodispersnyh materialov [Express method for determining the thermal conductivity coefficient of pasty and finely dispersed materials]. *Izvestiya vuzov SSSR. Pishchevaya tekhnologiya* [News of Universities of the USSR. Food Technology], 1974, no. 1, pp. 140-143. (In Russian).
14. *Fizicheskie svojstva vozduha: plotnost', vyazkost', udel'naya teploemkost'* [Physical properties of air: density, viscosity, specific heat]. (In Russian). http://thermalinfo.ru/svojstva-gazov/gazovye-smesi/fizicheskie-svojstva-vozduha-plotnost-vyazkost-teploemkost-entropiya (accessed 29.01.2023).
15. Obodov D.A., Demidov S.F., Voronenko B.A. Sushka morskih vodoroslej infrakrasnym izlucheniem [Drying seaweed by infrared radiation]. *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv* [Scientific Journal of NIU ITMO. Series: Processes and Devices of Food Production], 2014, no. 3, pp. 179-192. (In Russian).
16. Selyaev V.P., Nurlybaev R.E., Mamin B.F., Neverov V.A., Kupriyashkina L.I. Strukturnye, spektroskopicheskie i teplofiziche-skie issledovaniya prirodnyh diatomitov nekotoryh mestorozhdenij Respubliki Kazahstan [Structural, spectroscopic and thermophysical studies of natural diatomites of some deposits of the Republic of Kazakhstan]. *Regional'naya arhitektura i stroitel'stvo* [Regional Architecture and Construction], 2015, no. 1, pp. 5-10. (In Russian).
17. Val'dman V.A., Voronenko B.A., Obodov D.A., Alferova V.V. Nekotorye predposylki k modelirovaniyu processa infrakrasnoj sushki morskih vodoroslej [Some prerequisites for modeling the process of infrared drying of seaweed]. *Vestnik IMSIT* [IMSIT Bulletin], 2011, no. 1-2 (45-46), pp. 23-26. (In Russian).
18. Kasatkin A.G. Osnovnye *processy i apparaty himicheskoj tekhnologii* [Basic Processes and Apparatuses of Chemical Technology]. Moscow, TID Al'yans Publ., 2005, 753 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Фоменко Екатерина Валерьевна	канд. техн. наук, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Пищевые системы и биотехнологии» Астраханский государственный технический университет 414056, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1 tetatet.78@mail.ru
Fomenko Ekaterina Valerievna	Ph.D. (Engin.), Junior Researcher, Research Laboratory “Food Systems and Biotechnologies” Astrakhan State Technical University 414056, Astrakhan region, Astrakhan, Tatishcheva str., bld. 16/1 tetatet.78@mail.ru
Запорожец Екатерина Юрьевна	ассистент кафедры «Технологические машины и оборудование» Астраханский государственный технический университет 414056, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1 mail_legato@mail.ru

Zaporozhec Ekaterina Yur'evna	assistant of the department “Technological Machines and Machinery” Astrakhan State Technical University 414056, Astrakhan region, Astrakhan, Tatishcheva str., bld. 16/1 mail_legato@mail.ru
Руденко Михаил Федорович	д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности и инженерная экология» Астраханский государственный технический университет 414056, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1 elpetrovicheva1970@gmail.com
Rudenko Mikhail Fedorovich	Dr. Sci. (Engin.), Professor, Professor of the Department “Life safety and engineering ecology” Astrakhan State Technical University 414056, Astrakhan region, Astrakhan, Tatishcheva str., bld. 16/1 elpetrovicheva1970@gmail.com
Алексанян Игорь Юрьевич	д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование» Астраханский государственный технический университет 414056, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1 16081960igor@gmail.com
Aleksanian Igor Yurievich	Dr. Sci. (Engin.), Professor, Professor of the Department “Technological Machines and Machinery” Astrakhan State Technical University 414056, Astrakhan region, Astrakhan, Tatishcheva str., bld. 16/1 16081960igor@gmail.com
Андреева Елена Викторовна	канд. техн. наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и инженерная экология» Астраханский государственный технический университет 414056, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1 elpetrovicheva1970@gmail.com
Andreeva Elena Viktorovna	Ph.D. (Engin.), Assistant Professor of the Department “Life safety and engineering ecology” Astrakhan State Technical University 414056, Astrakhan region, Astrakhan, Tatishcheva str., bld. 16/1 elpetrovicheva1970@gmail.com
Нугманов Альберт Хамед-Харисович	д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование» Астраханский государственный технический университет 414056, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1 albert909@yandex.ru
Nugmanov Albert Hamed-Harisovich	Dr. Sci. (Engin.), Professor, Professor of the Department “Technological Machines and Machinery” Astrakhan State Technical University 414056, Astrakhan region, Astrakhan, Tatishcheva str., bld. 16/1 albert909@yandex.ru

UDC 664 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.012**

A. I. Klyuchnikov, B. N. Fedorenko, S. T. Antipov, V. A. Panfilov

FUNDAMENTAL CREATION CONCEPTS FOR FOOD TECHNOLOGIES BIOREACTORS CONSTRUCTIONS OF THE FUTURE

Abstract. The article is devoted to some aspects concerning the creation of equipment for the biotechnology of the future within the context of the agro-industrial complex of Russia. The focus is on the idealization of the constructed object that shows the necessary trends in the development of real technique. The range of issues discussed includes: model of an ideal bioreactor; specifics of biosythesis processes; specifics of biocatalysis processes; requirements for an ideal bioreactor; problems hindering the implementation of a bioreactor which is close to the ideal one; issues of mutual adaptation of technological properties of food media and bioreactors designs. Particular attention is paid to the dialectical complication of bioreactor designs.
Keywords: ideal bioreactor, biosynthesis processes, requirements for the design of bioreactors, adaptation processes in biotechnology.

Ключников А.И., Федоренко Б.Н., Антипов С.Т., Панфилов В.А.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ БИОРЕАКТОРОВ БУДУЩЕГО ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Статья посвящена некоторым аспектам создания техники биотехнологий будущего АПК России. В центре внимания находится идеализация конструируемого объекта, что проявляет необходимые тенденции в развитии реальной техники. Круг обсуждаемых вопросов включает: модель идеального биореактора; специфику процессов биосинтеза; специфику процессов биокатализа; требования к идеальному биореактору; проблемы, препятствующие реализации биореактора близкого к идеальному; вопросы взаимной адаптации технологических свойств пищевых сред и конструкций биореакторов. Особое внимание уделено диалектическому усложнению конструкций биореакторов.
Ключевые слова: идеальный биореактор, процессы биосинтеза, требования к конструкции биореакторов, адаптационные процессы в биотехнологии.

Introduction. Until the recent years, the implementation of bioprocesses in food technologies was carried out in traditional chemical bioreactors – apparatuses with mixing and heat exchangers. The raw materials being under the process are loaded into such reactors, the biocatalysts are introduced into, and, the process is carried out, maintaining optimal conditions for a certain time, without adding fresh portions of raw materials and biocatalyst.

The use of traditional bioreactors has a number of undeniable advantages, including:

– simplicity of process mechanization;

– possibility of serial chemical equipment using;

– possibility of enzyme preparations using with any, even poor adsorption ability.

However, during their operation, serious technical problems arise which do not allow to provide the favorable conditions in the reaction system for the effective and long-term effect of biocatalysts, which are still relatively scarce and expensive.

These problems include:

– relatively rapid decrease in the reaction rate due to the inhibition of enzymes by the resulting reaction products, and this, in turn, leads to low productivity of the bioreactor and the impossibility to achieve the high degrees of substrate bioconversion;

– need to separate the enzymes from the reaction products and subsequent purification of the hydrolysate;

– single use of the enzymes, which, as a rule, do not fully exhaust their resource.

The second serious problem in the implementation of enzymatic hydrolysis is the loss of

enzymes due to the following circumstances:

– some of the enzymes are strongly adsorbed on the non-hydrolysable fraction of cellulose; moreover, their adsorption capacity can vary depending on the source of enzymes by tens and even hundreds of times; it should be taken into account that the stronger the adsorption of enzymes on cellulose is, the better the cellulose is split; the degree of adsorption depends on temperature and pH (usually its maximum falls on pH = 4.5 at low temperature);

– part of the enzymes is removed with a solution which contains the hydrolysis products;

– some of the enzymes are inactivated during hydrolysis as a result of thermal effects and mechanical effects in bioreactors with mixing devices.

In both cases, enzyme losses can be reversible and, as a result of regeneration, can be returned to the technological process.

Thus, the need for continuous removal of the resulting products from the reaction mixture becomes clear, as well as the expediency of maximum preservation of enzymes in the reaction space and the possibility of their regeneration [1-5].

The purpose of the article is to form an ideal process in a bioreactor of an ideal design.

Research results and their discussion. Let us consider a model of an ideal bioreactor. Idealization as a method of modeling in science lies in the fact that, having identified some property, a trend that is important for us, we assume that this property, the trend, reaches its limit. At the same time, the rest of the properties, characteristics of an object or process that are unimportant for a particular consideration, can be discarded in the model. The idealization procedure makes it possible to form a logical limit for the development of a real object; – an ideal object, in this case, an ideal bioreactor. Ideal objects create a certain vision of the future design of the bioreactor. The existence of this vision is associated with the developer's creative imagination, fantasy. Usually, bioreactor designers are within the reasonably practicable limits and constantly take into account the existing limitations. During the work with an ideal object, these restrictions can be significantly weakened or removed at all [6, 7].

Biotechnological processes are based on the laws of biochemistry, chemistry, microbiology and biophysics. Such processes occur under certain conditions that provide the necessary relationship between the activation energy and the energy of thermal motion of molecules or individual links, causing the breaking of bonds that exist between individual links of molecules, and their reorientation. Depending on the types of impacts, biotechnological processes can be divided into biochemical and microbiological.

Biochemical processes are based on the use of biological catalysts (enzymes), in the presence of which biochemical transformations of biological materials occur (coagulation of proteins, hydrolysis of carbohydrates, etc.). Enzymes are introduced into biological materials by means of hydromechanical processes; or they may be the natural components of biological raw materials.

Microbiological processes are based on irreversible biocatalytic transformations of biological materials by means of the enzymes produced by microorganisms. The vital activity of microorganisms takes place in environments which contains the nutrients.

The search for the ideal solutions can be carried out both in parallel and sequentially, and in the latter case, sometimes, some effective technical solutions entail subsequent successful solutions to other problems. Analyzing the distinctive functional problems inherent in traditional bioreactors and suggesting the ideal methods and means to eliminate them, it is possible to formulate the requirements for an ideal, hypothetical bioreactor. The search for ideal solutions to problems in the improvement of bioreactors it is advisable to carry out in two directions – in relation to biosynthetic and biocatalytic processes [8-10].

Biosynthetic processes. Biosynthetic processes are based primarily on biological processes carried out inside living cells during their cultivation. At the same time, under the action of intracellular enzyme systems, many biochemical reactions proceed in a certain sequence, as a result of which the biosynthesis of the desired biological products occurs – the biomass of living organisms and/or their metabolic products.

The cultivation of microorganisms occupies the most important place in microbiological

production, considering that interaction of the producer with the substrate and the formation of the desired biosynthesis products (biomass, endo- and exometabolites) take place at this stage. As a result, cultivation is the main, the longest and the finest stage of biotechnological production, which determines its quantitative and qualitative indicators to the greatest extent.

Microorganisms, being living objects, are the most important «partner» of a biotechnologist, and the «vital interests» of a microbial cell are diametrically opposed to the production interests of a biotechnologist. So, a biotechnologist is primarily interested in the accumulation of biomass or metabolic products, while for microorganisms their metabolic products are toxic, and therefore they tend, on the contrary, to minimize their amount, in particular, to get rid of them, releasing them outward.

For a microbial cell, only the consumption of nutrients is important in order to obtain energy for the continuation of its existence and the formation of cellular biomass.

Considering that the quantity and quality of the obtained biological products depend significantly on the type, condition of the producers and their vital activity, the role of a biotechnologist in production is to select the most active and productive culture of microorganisms, as well as to provide the optimal conditions for its vital activity, purposefully and effectively managing the factors that regulate their metabolism.

As far as biological processes are borrowed by man directly from wildlife, it is obvious that when determining the ideal model of a bioreactor, it is advisable to look for its prototype among natural phenomena. And since, as you know, the processes of biosynthesis are carried out directly inside the cell – a self-regulating living system, then it, being a natural biosynthesizer at its core, may be chosen as a prototype when creating a model of an ideal bioreactor.

Based on these considerations and taking into account the real possibilities of engineering and technology that have been currently achieved, it seems appropriate to create two different models of an ideal bioreactor in which biosynthetic processes are directly or indirectly carried out.

The first, let's call it the super-ideal bioreactor model, is a type that can be conceptually characterized as an «artificial cell». In such an ideal bioreactor, as well as in the living cell itself, the conditions must be created for the direct implementation of biosynthetic processes.

The set of requirements for a superideal bioreactor is formed on the basis of theoretical knowledge about the organization, structure and functioning of the cell as a living system and concept of the ideal implementation of these systemic patterns in an artificial, technical system.

The general patterns of organization, structure and functioning of a living cell as a system and the requirements arising therefrom to a super-ideal bioreactor for cell-free technology are discussed below.

– Biosynthesis in a living cell is carried out involving the appropriate genetic material. In the reaction space of the bioreactor, a certain genetic set of purified cellular components must be present and retained, which contain the necessary genetic material in the form of informational RNA, transfer RNA, protein-synthesizing ribosomal particles and some protein factors.

– Biosynthesis in a living cell is carried out in the presence of substances necessary for the formation of new compounds. It is necessary to ensure a continuous supply of the so-called «building» material organized as a set of amino acids into the reaction space of the bioreactor.

– To carry out biosynthesis, a living cell needs energy. It is necessary to ensure a continuous supply of energy organized as an adenosine triphosphate (ATP) and gaunosine triphosphate (GTP) to the reaction space of the bioreactor.

– Living cell seeks to get rid of the resulting metabolic products (many of which are the desired products of biosynthesis). It is necessary to ensure the continuous removal of the resulting products from the reaction space of the bioreactor.

– Living cell only partially uses the supplied energy for biochemical transformations in the process of life, releasing unused energy in the form of heat into the environment. It is necessary to ensure thermal stabilization for the processes in the reaction space of the bioreactor at an optimal level.

– Microbial cell is a self-regulating living system. It is necessary to provide conditions for

self-regulation of biosynthesis processes in a bioreactor depending on external factors.

The listed requirements should be supplemented by some others, which apply to all types of bioreactors. These requirements are aimed, for example, at specific energy consumption minimizing and environment contamination preventing and were formulated during the development of the ideal bioreactors models, which are described below.

Another model of an ideal bioreactor, designed for cellular organisms culturing, is the type that can be conceptually characterized as a «natural bioreactor in an artificial one». Such bioreactors as man-made technical systems only indirectly participate in biosynthetic processes, being functionally limited to providing the most favorable conditions for the life of living organisms, which are considered, in turn, as natural «nanobioreactors», where the processes of biosynthesis are actually carried out.

The set of requirements to an ideal bioreactor for the cellular organisms culturing form a number of distinctive, fundamental problems inherent in real bioreactors.

The problems of real bioreactors for cellular organisms culturing and arising therefrom basic requirements for an ideal bioreactor are discussed below.

– The need for multi-stage (primary, fine, bacterial) purification of the air supplied to the bioreactor for the medium aeration. It is necessary to provide aeration of the medium in the bioreactor with atmospheric air without its preliminary purification.

– Need for purification of the exhaust air at the outlet of the bioreactor. It is necessary to ensure the removal of gas emissions from the bioreactor directly into the atmosphere without purification (without violating environmental requirements).

– Accumulation of metabolic products formed in the bioreactor has a toxic effect on the culture, slowing down its growth and development. It is necessary to ensure continuous removal of the resulting metabolic products from the bioreactor.

– Along with the desired biological product during cultivation, the ballast substances and by-products are formed, and that requires the subsequent costs for the separation and purification of the desired product. It is necessary to provide conditions for the focused biosynthesis of the desired product.

– Heterogeneity of the medium in the entire reaction volume of the bioreactor, which contributes to the formation of stagnant zones. It is necessary to ensure the equal variables (temperature, pH, concentrations) throughout the entire volume of the culture medium.

– Irregularity of heat output in different phases of microorganisms development. It is necessary to provide conditions for the removal of maximum heat output.

– Possibility of culture overheating in case of deviation from the set temperature of the process, as a result of the inertia of the heat exchange system. It is necessary to provide conditions for thermal stabilization of the process with synchronization of the formation and removal of heat in the bioreactor.

– Sensitivity of biological objects to hydrodynamic and mechanical influences. It is necessary to provide conditions to minimize the hydrodynamic and mechanical impacts in the bioreactor under the sensitivity level of the culture.

– In the process of cultivation, the foaming of the medium occurs. It is necessary to provide conditions under which foaming of the medium does not occur.

– Energy intensity reducing. It is necessary to ensure the consumption of energy only for the implementation of the necessary technical tasks, eliminating all types of energy losses.

– Possibility of process contamination. It is necessary to provide aseptic conditions for the process.

– The need for reliable sealing in the shaft sealing device of the mixing device. It is necessary to ensure the transfer of torque from the electric drive to the chamber of the bioreactor in a non-contact way.

– Increased capacity and, consequently, the cumbersomeness of industrial bioreactors. It is necessary to ensure the maximum possible productivity of the process – the yield of the desired product per unit of the volume of the culture medium, which helps to reduce the working capacity

of the bioreactor and its dimensions.

Biocatalytic processes are based on the use of enzymes separated from living organisms, the biocatalytic ability of which makes it possible to process almost any type of organic raw material into various biological products with useful consumer properties.

Biocatalytic reactors are in many ways similar to traditional chemical reactors, which are made as vessel equipment with heat exchange and mixing systems. Thus, the model of an ideal biocatalytic reactor should be made as a construction that provides the best conditions for the biocatalytic action of enzymes. In addition, as far as biocatalysts only accelerate biochemical processes, but they are not consumable reaction agents themselves, then it is necessary to provide conditions in an ideal biocatalytic reactor for the maximum possible preservation of enzymes in the active state, minimizing their losses, both quantitative (volumetric) and from various types of inactivation due to unfavorable effects (thermal, physical-mechanical, hydrodynamic).

The problems hindering the implementation of such a design and the requirements for their ideal solution are discussed below.

– Biocatalysts best functioning occurs in strictly defined conditions. It is necessary to provide the optimal conditions for the biocatalysts effect in the reaction space of a bioreactor

– Accumulation of the biocatalysis resulting products has an inhibitory effect on enzymes. It is necessary to ensure regular removal of the biocatalysis resulting products from the reaction space of the bioreactor.

– Partial use of the enzymes, which, as a rule, do not fully exhaust their resource during the working cycle. It is necessary to provide conditions for the full use of enzymes until their resource is exhausted.

– Need for the enzymes separation from the products of biocatalysis at the end of the working cycle. It is necessary to provide conditions for the continuous effect of enzymes.

– Possibility of the enzymes loss with biocatalysis products and process waste which are removed from the bioreactor. It is necessary to provide conditions for the enzymes retention in the reaction space of the bioreactor.

– Sensitivity of biological objects to the hydrodynamic and mechanical influences. It is necessary to provide conditions to minimize hydrodynamic and mechanical impacts in the bioreactor which are under the sensitivity level of biocatalysts.

– Heterogeneity of the medium in total reaction volume of the bioreactor, which contributes to the formation of stagnant zones. It is necessary to ensure the equal indicators (temperatures, pH, and concentrations) of the total volume of the processed material.

– Reducing of the specific energy consumption. It is necessary to ensure the consumption of energy only for the implementation of the necessary technical tasks, eliminating all types of energy losses.

– Possibility of process contamination. It is necessary to provide aseptic conditions for the process.

– Formation of non-hydrolysable fractions of raw materials. It is necessary to ensure uninterrupted removal of non-hydrolysable fractions of raw materials from the bioreactor.

– Sensitivity of biocatalysts to the oxidation of proteins functional groups. It is necessary to ensure the implementation of the process in hermetically sealed conditions without contact of the biocatalyst and processing medium with air [11-12].

Summary

Thus, during the bioreactors design improvement, it is advisable to use the principle of ideal modeling, which allows you to outline clear final guidelines and contributes to the creation of heuristic prerequisites in the targeted search for effective engineering solutions.

The set of requirements for an ideal model of a bioreactor is an open system that is not limited to the requirements formulated before and can be supplemented by newly identified problems and ideal approaches to their solution. Some of the requirements for an ideal model of a bioreactor can both exclude each other and, due to their ideality, be practically unattainable, but they contribute to approximation of the engineering development to the highest degree of bioreactor technical

perfection. The superideal bioreactor model is a type that can be conceptually characterized as an «artificial cell». In such an ideal bioreactor, as well as in the living cell itself, the best conditions should be created for the existence and interaction of artificially separated cellular components during the direct implementation of biosynthetic processes. Another model of the ideal bioreactor is the type that can be conceptually characterized as «a natural bioreactor in an artificial one». Such bioreactors as technical systems only indirectly participate in biosynthetic processes, being functionally limited to provide the most favorable conditions for the life of living organisms, which are considered, in turn, as natural «nanobioreactors», where the processes of biosynthesis are actually carried out.

The development of bioreactor designs implies a clear formulation of an innovative goal and a systematic approach to the solving of the tasks, as well as modern instrumentation. It is necessary to have physical, chemical and biochemical research methods in own arsenal.

The issues of biotechnological processes stabilization for the sake of their efficiency increasing can be solved not only by creating of low-sensitivity processes in bioreactors and not only by industrial process automation. There is another, but practically undeveloped and unexplored direction. This direction is connected with the creation of end-to-end agro-food technologies. The technical regulations of these technologies should contain all stages of transformations with their rather narrow tolerances for the inputs and outputs of the leading bioprocesses along the whole chain: from plant seeds preparing and young animals feeding to the loaves and linked sausage. In this expected tremendous job, the engineer will have to form the requirements for the initial agricultural raw materials of plant and animal origin with the appropriate tolerances for its parameters.

Therefore, entering into the phenomena and patterns that determine the mutual adaptation of the technological properties of food media and bioreactors designs, it is necessary to substantiate simultaneously the optimal and advanced requirements for the parameters of the source raw material. This is especially true for primary technologies of the agricultural products processing. Then the work on the development of the fundamental creation concepts for food technologies bioreactors constructions of the future will be greatly simplified.

References:

1. Belokurova Ye.S., Ivanchenko O.B. *Biotekhnologiya produktov rastitel'nogo proiskhozhdeniya* [Biotechnology of plant-based materials]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2019, 232 p. (In Russian).
2. Antipov S.T., Zhuravlev A.V., Kazartsev D.A., Mordasov A.G. *Innovatsionnoye razvitiye tekhniki pishchevykh tekhnologiy* [Innovative development of food technology techniques]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2016, 660 p. (In Russian).
3. Antipov S.T., Bredikhin S.A., Klyuchnikov A.I. *Konstruirovaniye bioreaktorov budushchego pishchevykh tekhnologiy (nauchno-prikladnyye aspekty)* [Designing bioreactors for the future of food technologies (scientific and applied aspects)]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2022, 524 p. (In Russian).
4. Kudryashov V.L. Membrannyy bioreaktor – novoye gibridnoye oborudovaniye dlya proizvodstva pishchevykh bav, biopreparatov i ochistki stokov [Membrane bioreactor – new hybrid equipment for the production of food additives, biological products and wastewater treatment]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2018, no. 1, pp. 14-18. (In Russian).
5. Latypov E.D., Shavaliyev M.F. Ispol'zovaniye membran i membrannykh tekhnologiy dlya biotekhnologicheskikh proizvodstv [The use of membranes and membrane technologies for biotechnological production]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 2016, vol. 1, no. 8, pp. 134-138. (In Russian).
6. Nurullina Ye.N. Issledovaniye rynka bioreaktornogo oborudovaniya [Market research of bioreactor equipment] *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 2014, no. 21, pp. 251-254. (In Russian).
7. Oganesyants L.A., Fedorenko B.N. Perspektivy organizatsii innovatsionnykh biotekhnologiy [Prospects for the organization of innovative biotechnologies]. *Pishchevaya promyshlennost'*

[Food Industry], 2015, no. 5, pp. 51-54. (In Russian).
8. Petrov Ye.B. Ispol'zovaniye nauchno-tekhnicheskogo potentsiala VNIIMZH s tsel'yu sozdaniya inzhenerno-tekhnologicheskogo oborudovaniya dlya obespecheniya sovremennykh biotekhnologicheskikh razrabotok [Using the scientific and technical potential of VNIIMZH to create engineering and technological equipment to provide modern biotechnological developments]. *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve* [Equipment and Technologies in Animal Husbandry], 2014, no. 2, pp. 117-122. (In Russian).
9. Panfilova V.A. *Proyektirovaniye, konstruirovaniye i raschet tekhniki pishchevykh tekhnologiy* [Design, construction and calculation of food technology equipment]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2013, 912 p. (In Russian).
10. Rudenko A.P. Osobennosti prakticheskogo ispol'zovaniya bioreaktorov novogo pokoleniya [Features of the practical use of new generation bioreactors]. *Khvoynyye boreal'noy zony* [Coniferous Boreal Zone], 2018, vol. 36, no. 3, pp. 279-282. (In Russian).
11. Fedorenko B.N. *Promyshlennaya bioinzheneriya: tekhnologicheskoye oborudovaniye biotekhnologicheskikh proizvodstv* [Industrial bioengineering: technological equipment for biotechnological productions]. St. Petersburg, Professiya Publ., 2014, 512 p. (In Russian).
12. Fedorenko B.N., Vabishchevich A.G. Kontseptual'nyye osnovy ideal'nogo bioreaktora [Conceptual foundations of an ideal bioreactor]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2016, no. 10, pp. 12-16. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Ключников Андрей Иванович	д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств Воронежский государственный университет инженерных Технологий 394036, Воронеж, пр. Революции, 19 kaivanov@mail.ru
Klyuchnikov Andrey Ivanovich	Dr. Sci. (Engin.), Associate Professor, Professor of the Department of Machines and Apparatuses of Food Processing Voronezh State University of Engineering Technologies 394036, Voronezh, Revolution ave., 19 kaivanov@mail.ru
Федоренко Борис Николаевич	д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной механики и инжиниринга технических систем Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ) 125080, г. Москва, Волоколамское ш., 11, корпус Б, кабинет 2-06 fedorenkoBN@mgupp.ru
Fedorenko Boris Nikolaevich	Dr. Sci. (Engin.), Professor, Head of the Department of Applied Mechanics and Engineering of technical systems Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH) 125080, Moscow, Volokolamskoe road, 11, bld. B, office 2-06 fedorenkoBN@mgupp.ru
Антипов Сергей Тихонович	д-р техн. наук, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств Воронежский государственный университет инженерных Технологий 394036, Воронеж, пр. Революции, 19 ast@vsuet.ru
Antipov Sergey Tikhonovich	Dr. Sci. (Engin.), Professor of the Department of Machines and Apparatuses of Food Processing Voronezh State University of Engineering Technologies

	394036, Voronezh, Revolution ave., 19 ast@vsuet.ru
Панфилов Виктор Александрович	академик РАН, д-р техн. наук, профессор Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49 vap@rgau-msha.ru
Panfilov Victor Alexandrovich	Academician of the RAS, Doctor of Technical Sciences, Professor Russian State Agrarian University of MAA named after K.A. Timiryazev 127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49 vap@rgau-msha.ru

УДК 331.446 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.013**

Ганиева А.К.

АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММ ДИАГНОСТИКИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ ПЕРСОНАЛА

Аннотация. В статье обобщено понятие профессионального выгорания, раскрыты его сущность и этапы, выделены симптомы, в том числе эмоциональные, физические, интеллектуальные, поведенческие, социальные. Определены факторы, вызывающие возникновение синдрома профессионального выгорания на работе, которые отнесены к внешним и внутренним. Представлены методы диагностики и профилактики профессионального выгорания сотрудников, к ним отнесены эмпирические, диагностические, экспертной оценки, количественной и качественной обработки данных. Предложены направления разработки программы диагностики и профилактики профессионального выгорания сотрудников, предусматривающей систему принципов ее строения и реализации; актуальных целей и программных задач; информации теоретического и прикладного содержания; возможных эффектов и динамики приближения к ним; критериев эффективности ожидаемых результатов. Обосновано, что одним из ключевых методов профилактики профессионального выгорания является создание системы личной и управленческой эффективности, которые характеризуются позитивным отношением к себе, оптимальным профессиональным развитием, самоактуализацией личности.

Ключевые слова: профессиональное выгорание, стресс, симптомы, методы диагностики, программа профилактики выгорания, персонал.

Ganieva A.K.

UPDATING PROGRAMS FOR DIAGNOSTICS AND PREVENTION OF PROFESSIONAL BURNOUT OF PERSONNEL

Abstract. The article summarizes the concept of professional burnout, reveals its essence and stages, highlights symptoms, including emotional, physical, intellectual, behavioral, social. The factors causing the occurrence of professional burnout syndrome at work, which are classified as external and internal, have been identified. Methods of diagnostics and prevention of professional burnout of employees are presented, they include empirical, diagnostic, expert evaluation, quantitative and qualitative data processing. The directions of the development of a program for the diagnosis and prevention of professional burnout of employees are proposed, which provides for a system of principles of its structure and implementation; actual goals and program tasks; information of theoretical and applied content; possible effects and dynamics of approaching them; criteria for the effectiveness of expected results. It is proved that one of the key methods of prevention of professional burnout is the creation of a system of personal and managerial efficiency, which are characterized by a positive attitude to oneself, optimal professional development, self-actualization of the individual.

Keywords: professional burnout, stress, symptoms, diagnostic methods, burnout prevention program, staff.

Введение. Проблемы диагностики и профилактики профессионального выгорания с учетом нарастания факторов неопределенности изменений актуализировались. Такие факторы часто приводят к стрессам, которые являются отражением реакции организма на негативное воздействие окружающей среды. Кроме того, особенности экономического развития на текущем этапе проявляются в повышении доли творческой составляющей труда, что, предполагает большую самостоятельность и инициативность сотрудников. Но такая деятельность включает в себя стрессовые моменты.

В этой связи бурное развитие получило специфическое направление управления – стресс-менеджмент, задачей которого является изучение и прогнозирование стресса, а также управление персоналом на основе современных технологий антистрессовой защиты сотрудников.

Целью исследования является актуализация проблем профессионального выгорания сотрудников на предприятии и формирование методики создания программы его диагностики и профилактики.

Материалы и методы исследования. Проблема профессионального выгорания активно исследуется, о чем свидетельствуют множество работ, в статье представлен обзор текущих публикаций Кузьменко А. В. [1], Сюльдина А. В. [2], Друзева А. Н. [3], Лепихина И. [4] О., Куроптева В. И. [5], Сидельникова Т. Л. [6], Апалькова Т. Г. [7], Главатских О. Б., Пушина Н. Н., Харитонова Н. Н., Шараборина К. Ю. [8] и др.

Методическую основу исследования составляют следующие приемы и методы исследования: индукция, дедукция, сравнение, логический и исторический методы, монографический, абстрактно-логический методы, системный и комплексный подходы, экономико-статистические методы, прием сравнения, балансовой увязки, метод коэффициентов, табличный и графический, а также метод экспертных оценок и другие.

Результаты исследования и их обсуждение. Одной из малоизученных проблем стресс-менеджмента является профессиональное выгорание. Этот термин обозначает ряд нежелательных явлений, которые непосредственно связанны с профессиональной деятельностью: безразличие к работе, чувство эмоционального и физического истощения, пессимизм, отсутствие желания профессионального развития, нежелание улучшать результаты своей работы и другое.

Термин «синдром эмоционального выгорания» (СЭВ) (burnout – выгорание, сгорание) введен американским психиатром Х. Дж. Фрейденбергер в 1974 г. Исследование психологического состояния здоровых людей, которые в силу своей профессиональной деятельности постоянно общались с клиентами или пациентами в эмоционально напряженной атмосфере является предметом психиатрического направления, которым были симптомы выгорания и сущность психического здоровья личности [1].

В Международном классификаторе болезней «выгорание» определяется как следствие длительного нерешенного стресса на рабочем месте. Значительная часть ученых в данной отрасли считают это выгорание болезнью, однако с мая 2019 г. этот термин используется ВОЗ только в случаях, которые связаны с профессиональной деятельностью, и поэтому «выгорание» классифицируется как синдром [2]. Однако сопутствующие симптомы этого синдрома оказывают влияние на состояние здоровья людей и качество их жизни в целом, в частности, ослабляется внимание, ухудшаются межличностные отношения, чаще возникают конфликты, уменьшается уровень удовлетворенности жизнью. Это явление обычно расценивается как стресс-реакция в ответ на производственные и эмоциональные требования, при этом человек слишком отдан профессиональной деятельности и одновременно мало времени уделяет семейной жизни и отдыху. Такое длительное нарушение равновесия неизбежно приводит к синдрому эмоционального выгорания, следовательно, есть следствие стресса, которым человек не способен управлять. Этому предшествует состояние, когда человек подсознательно накапливает отрицательные эмоции, а не освобождается от них.

Под синдромом эмоционального выгорания Кузьменко А. В. понимает «явление деформации личности, представляющее собой многомерную конструкцию. Это отклик на длительные стрессы межличностных коммуникаций» [1, С. 146]. Следовательно профессиональное выгорание начинается с продолжительного стресса из-за трудовой деятельности, что вызывает нервное напряжение, усталость и раздражение, сопровождается деперсонализацией и эмоциональным истощением, ослаблением стремления личности к успеху в профессиональной деятельности.

Кузьменко А. В., Сюльдина А. В., Друзева А. Н. обобщив множество определений

«выгорания», выделили эмоциональное и/или физическое истощение, деперсонализацию, пониженную производительность труда» [1-3]. Процесс формирования профессионального выгорания условно заканчивается, когда работник формально справляется с работой, но становится равнодушным, циничным и ригидным [2]. В частности, Друзева А.Н. выделяет особенности стрессовых ситуаций, лежащих в основе выгорания управленческих кадров [3]. В процессе развития выгорания сначала возникают существенные затраты энергии, после этого усталость, которая сменяется разочарованием, снижением интереса к своей работе, отсутствием вовлеченность и заинтересованности в процессе и результатах работы. У каждого человека профессиональное выгорание выражается разным уровнем проявления тех или иных признаков, однако все симптомы, сопровождающие этот процесс: физические, эмоциональные, интеллектуальные, поведенческие, социальные (рис. 1).

Рисунок 1 – Симптомы профессионального выгорания

К состоянию выгорания в настоящее время человека толкает современная деловая жизнь, сотрудников оценивают только по их эффективности как механизмы. При проявлении слабости, усталости – и человека сразу обесценивают, общество нуждается в энергичных людях, другими словами, это чередование периодов колоссальной энергичности и активности с периодами тотального бездействия и отсутствия желания [4]. Таким образом,

синдром выгорания на работе – это одно из самых неблагоприятных последствий необходимости общения с людьми в силу профессии, один из самых неблагоприятных исходов стресса на работе.

Лепихина И. О., Куроптева В. И., Сидельникова Т. Л. выделяют три аспекта профессионального выгорания [4, 5, 6]:

- сниженная самооценка, следствием которой являются ощущения работниками, которые стали жертвами профессионального выгорания, беспомощности и апатии, отметим, что со временем они переходят в агрессию и отчаяние;
- чувство одиночества, что в дальнейшем приводит к неспособности установить обычный контакт с клиентами;
- эмоциональное истощение, соматизация, которые сопровождаются усталостью, апатией и депрессией.

По мнению Главатских О. Б., Пушиной Н. Н., Харитоновой Н. Н., Шарабориной К. Ю. следующие особенности вызывают больший стресс и больше сказываются на работниках [8, с.102]: отсутствие чётко поставленного задания, завышенные требования, периоды высокого стресса без отдыха, серьезные последствия неудач, отсутствие личного контроля, недостаток признания, плохое общение в компании, недостаточный уровень заработной платы, плохое управление. В настоящее время феномен «выгорания» возможно диагностировать по трем следующим отличительным признакам [9]:

- наличие признаков выгорания, которое характеризуется чувством истощения, гипертонии и истощения эмоциональных ресурсов;
- потеря личности, то есть такое состояние, когда возникает чувство социальной изоляции, что выражается в циничном отношении к работе и коллегам;
- снижение личных достижений, ощущение некомпетентности в работе и неудач.

Возникновение профессионального выгорания происходит под влиянием определенных внутренних и внешних факторов. Анализируя особенности возникновения и распространения профессионального выгорания персонала, установлено, что причинами синдрома профессионального выгорания являются субъективные (индивидуальные) и объективные (ситуационные), также фиксируется прямая связь с возрастом и трудовым стажем персонала.

Профессиональное выгорание – дорогостоящая проблема с множеством негативных последствий для организации. Руководство предприятия должно учитывать влияние негативных факторов на проблему профессионального выгорания. Жесткая система наказаний без или со слабой системой стимулирования, несправедливая система мотивации, отсутствие объективной оценки работы, нереальные требования к сотрудникам, а также необоснованно сжатые сроки выполнения работ могут привести к профессиональному выгоранию персонала. Все это может привести к стрессовым ситуациям и вызвать отказ или нежелание работать сознательно. Сотрудник может потерять веру в себя, начать сомневаться в своем профессионализме и правильности выбора места работы. Ошибки в выборе кадров для продвижения по службе тоже могут привести к профессиональному выгоранию. Досрочное продвижение сотрудника, еще не готового к выполнению новых обязанностей и новому уровню ответственности, может привести к невыполнению задач и задач, срыву сроков, ошибочным решениям. Как следствие, сотрудник может испытывать некомпетентность и разочарование, что приводит к профессиональному выгоранию [9].

Для предотвращения профессионального выгорания и борьбы с ним руководству компании необходимо применять достижения стресс-менеджмента. Следует создать систему антистрессовой мотивации, позволяющую минимизировать воздействие стресса на сотрудников. Очень важно на ранних этапах выявить факторы выгорания и принять следующие меры: создать благоприятный рабочий климат, использовать гибкую систему стимулирования и поддержания интереса к работе, разнообразить условия труда и отдыха сотрудников. Такая система не должна быть постоянной; в противном случае её эффективность снизится. Её необходимо периодически обновлять и дополнять новыми

элементами, чтобы стимулировать желание сотрудников развиваться и продвигаться по службе. Задача стресс-менеджмента – выработать конструктивное отношение к стрессовым ситуациям. Чтобы исключить выгорание, необходимо проводить профилактику стрессов от гипертонии, а также от скуки, апатии и переутомления. Все это определяет необходимость постоянной командной работы по формированию взглядов и ценностей, направленных на пропаганду здорового образа жизни и трудовой активности [10].

Многообразие методов исследования профессионального выгорания сотрудников представлено на рисунке 2.

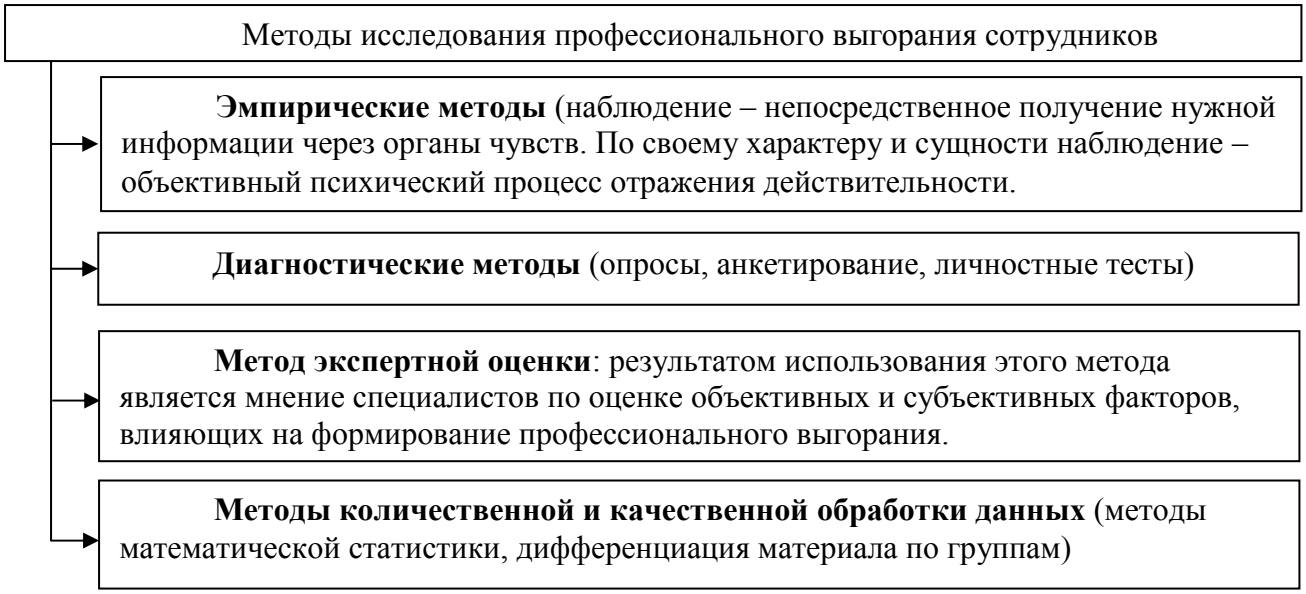


Рисунок 2 – Методы исследования профессионального выгорания персонала

Выделяют следующие основные группы факторов, определяющих выбор методов исследования: социально-демографические, личностные особенности, профессиональная мотивация, условия труда, содержание труда, социально-психологические. Существуют такие методы исследования профессионального выгорания персонала: эмпирические (наблюдение); диагностические (опросы, анкетирование, личностные тесты); экспертная оценка; методы количественной и качественной обработки данных.

Как показало данное исследование, профессиональное выгорание является результатом накопления беспокойства и стресса в течение продолжительного времени. Дополнительные сопутствующие факторы, стресс и тревога, которые испытывает сотрудник, являются результатом сочетания постоянных рабочих требований, стрессовых ситуаций, растущего рабочего давления и ощущения отсутствия какого-либо контроля над работой. Хотя проблема выгорания на рабочем месте оказывает прямое и пагубное влияние на физическое, психическое и эмоциональное здоровье сотрудника, она также затрагивает его коллег, управленческий персонал и всех, с кем сотрудник контактирует во время выполнения своей работы. На самом деле профессиональное выгорание негативно влияет на работу предприятия в целом. Руководители и менеджеры должны уметь определять, когда у работников начинают проявляться признаки выгорания, чтобы можно было принять превентивные меры. Основными целями программы диагностики и профилактики выгорания сотрудников являются:

- распознавание признаков выгорания на ранней стадии;
- поддержание открытых каналов связи с сотрудниками;
- решение рабочих проблем и снижение уровня стресса сотрудников.

Без профилактических программ выгорания многие опытные работники уходят с работы, или досрочно уходят на пенсию или же остаются на своих должностях, и при этом

нанося дополнительный ущерб себе, своим коллегам и компании в целом.

Разработка программы диагностики и профилактики профессионального выгорания персонала предусматривает систему принципов ее строения и реализации; актуальных целей и программных задач; информации теоретического и прикладного содержания; возможных эффектов и динамики приближения к ним; критериев эффективности ожидаемых результатов. Цель программы – разработка системы мер по диагностике и профилактике профессионального выгорания сотрудников предприятия и определение критериев ее эффективности.

Задачи программы профилактики профессионального выгорания персонала:

- повысить уровень осведомленности о «синдроме профессионального выгорания», выявление его причин и последствий;
- определить пути профилактики и преодоления «профессионального выгорания»;
- овладеть современными антистрессовыми техниками, развитие навыков психоэмоциональной регуляции персонала.

По нашему мнению, программа диагностики и профилактики профессионального выгорания персонала должна разрабатываться комплексно и включать мероприятия личного, профессионального и организационного уровней.

На организационном уровне положительно на уровень выгорания влияет наличие в организации активностей по профилактике и преодолению профессионального выгорания (в основном это тренинги различной тематики и корпоративные мероприятия, тренинги по преодолению конфликтов и работа с психологом). Кроме того, важны регулярное планирование и оценка деятельности, мероприятия по повышению квалификации работников и система нематериальной мотивации [5, с. 48].

Существует множество инструментов, стратегий и бесед, которые руководители могут использовать чтобы предотвратить выгорание на рабочих местах, а именно:

1) Активное участие. Гораздо проще предотвратить выгорание, чем исправить его, когда оно уже произошло – к тому времени, когда вы заметите выгорание, его будет трудно обратить вспять. Вместо этого необходимо быть активными в отношении рабочей нагрузки персонала и регулярно проверять их возможности. Использовать планирование мощностей и управление ресурсами, чтобы не допустить выгорания и не допустить перегрузки членов команды.

2) Использовать инструменты управления рабочей нагрузкой. Общение с сотрудниками имеет решающее значение, но при этом также необходимо проявлять инициативу, наблюдая за их рабочей нагрузкой. Инструменты управления рабочей нагрузкой дают представление о задачах каждого с высоты птичьего полета в одном месте. Таким образом, руководитель может понять, не перегружен ли кто-то, и при необходимости перераспределить эту работу.

3) Общение с сотрудниками один на один. Необходимо регулярно встречаться со своей командой и спрашивать у них, как их дела. Могут быть случаи, когда задача занимает у них больше времени, чем ожидалось, или они борются с проблемами в своей личной жизни, что делает их менее продуктивными.

Важными направлениями борьбы с выгоранием являются следующие мероприятия.

1) Перерывы в расписании. Выгорание происходит из-за того, что вы слишком долго находились в состоянии стресса. Скорее всего, у вас много работы, которую нужно сделать, и вы можете испытывать сильное давление, связанное с ней. Чтобы начать бороться с выгоранием, важно запланировать перерывы в течение дня. Это могут быть короткие перерывы — пять минут, чтобы пройти на кухню и приготовить кофе, еще пять минут, чтобы пройтись по кварталу и подышать воздухом. По возможности сотруднику необходимо отключаться от технологий во время этих перерывов, чтобы дать своему разуму немного времени для отдыха.

2) Установка границ. У всех причин выгорания есть одна общая черта: внешнее давление. Один из лучших способов бороться с выгоранием – установление личных границы. Выбрать определенное время для выхода с работы каждый вечер; отключение уведомлений

на выходные, чтобы не было соблазна отвечать на сообщения; установление физических границы (например, в конце дня поместить все свои рабочие предметы в ящик или коробку).

3) Отпуск. Отдых – это отличный способ расслабиться и восстановить силы. Даже если продолжительность такого отпуска день или полдня, все равно есть шанс уделить немного времени себе. Когда сотрудник отправляется в отпуск, обязательно подтвердить, что он будет в автономном режиме и недоступен. Или, если нужно быть доступным в течение какой-то части дня.

4) Забота о себе. Чаще всего выгорание происходит из-за того, что люди слишком много посвящают себя работе. Вместо этого нужно находить время для ухода за собой. Важно заниматься чем-нибудь, что нравится. Обязательно вносить больше осознанности в свою повседневную жизнь с помощью таких вещей, как йога или медитация. Это помогает бороться со стрессорами и улучшает самочувствие.

На уровне работника для профилактики выгорания необходимо:

- наладить рабочие отношения. Во многих случаях выгорание происходит из-за того, что люди изолированы на работе и одновременно находитесь под большим давлением. Один из способов повысить устойчивость к будущему выгоранию – наладить рабочие отношения;

- согласование работы с целями. Хотя согласование работы с целями не обязательно означает, что в будущем не будет много работы, это означает, что у сотрудника будет четкое представление о том, почему его работа важна. Когда сотрудник понимает, чему способствует его работа, ему легче понять, почему конкретная задача, над которой он работает, вписывается в общую схему плана всей организации. Кроме того, если давление нарастает и человеку нужно переложить часть работы, он можете эффективно расставить приоритеты для самых важных задач, не беспокоясь о том, что не достигнет своих целей;

- баланс рабочей и личной жизни. Помимо достаточного сна и общения с близкими, важно посвящать время своим интересам вне работы. Необходимо делать то, что нравится (например, читать книги, встречаться с друзьями, заниматься творчеством, спортом и т.д.) Это диверсификации своих инвестиций, и в данном случае инвестиции в свои интересы. Обобщенно основные цели программы профилактики представлены на рис. 3.

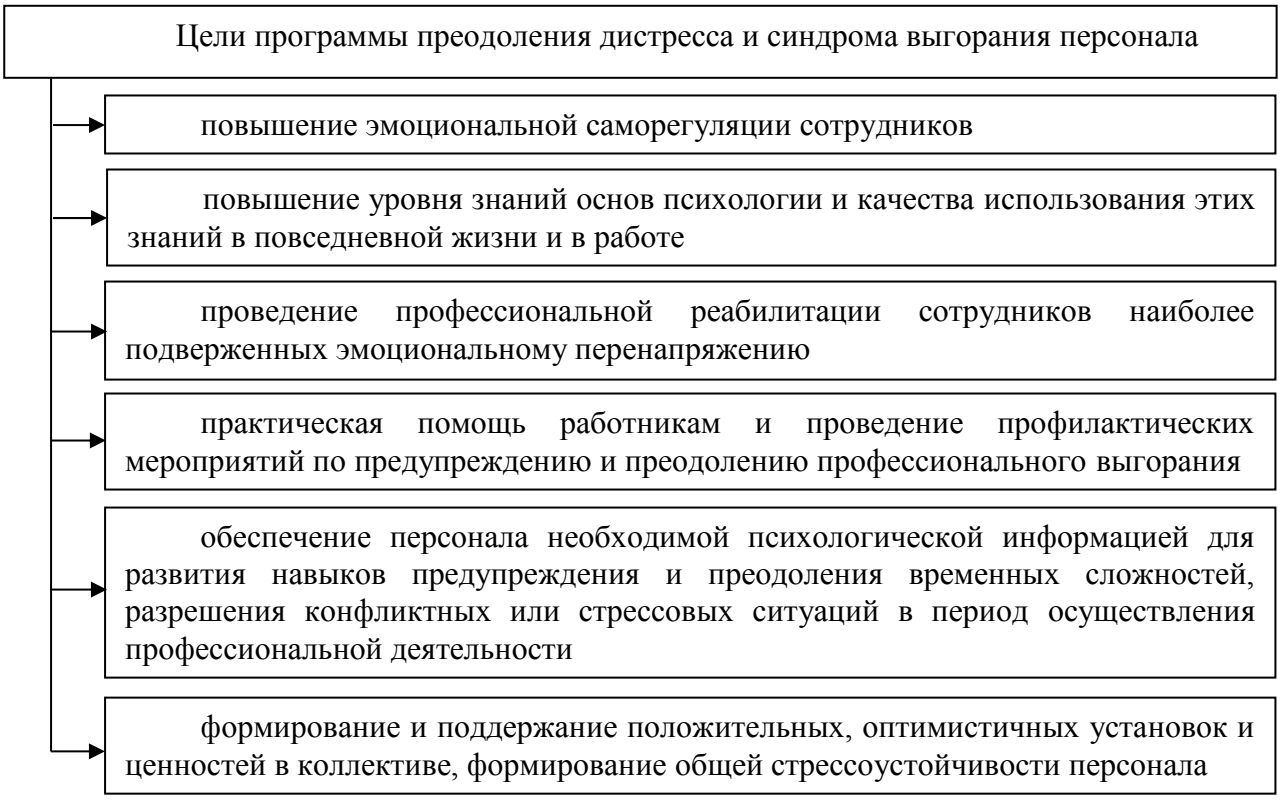


Рисунок 3 – Цели программы преодоления дистресса и синдрома выгорания персонала

Конкретная деятельность по устранению и профилактике эмоционального выгорания заключается во внедрении психокоррекционной программы с целью повышения эмоциональной саморегуляции работников, для освоения приемов и методов самовосстановления и оказания помощи себе и коллегам, что значительно улучшит самочувствие сотрудников, повысит эффективность их труда.

Программа диагностики и профилактики профессионального выгорания персонала включает следующие основные этапы:

1 этап: первичная диагностика уровня профессионального выгорания сотрудников;

2 этап: самоопределение членов коллектива и определение целей психологической работы, создание атмосферы, способствующей самопознанию сотрудников; смена устоявшихся стереотипных представлений о себе на позитивные установки;

3 этап: пересмотр собственных представлений каждого члена коллектива на основе обратной связи, оценки происходящего в коллективе и рефлексии; расширение сферы понимания поступков других людей (коллег, клиентов, и т. д.), совершенствование навыков коммуникации;

4 этап: обобщение результатов программы и применение практических методов профилактики по устранению признаков возникновения профессионального выгорания.

Рациональная организация рабочего времени каждого сотрудника делает возможным пополнение знаний и предупреждает психические перегрузки работников.

Выводы. Проведенный анализ и обобщение подходов ученых к содержанию синдрома выгорания позволяет установить, что он присущ психически здоровым людям, возникает незаметно во время чрезмерных требований к личности в процессе длительной эмоциональной нагрузки в деятельности и интенсивности межличностных отношений, что способствует проявлению истощения эмоционально-энергетических и внутренних ресурсов, дезадаптации и других негативных проявлений. Одним из главных методов профилактики профессионального выгорания является создание системы личной и управленческой эффективности, которые характеризуются позитивным отношением к себе, оптимальным профессиональным развитием, самоактуализацией личности, психологической интеграцией, личной автономией, реалистичным восприятием окружения, умением адекватно влиять на окружение.

Список использованной литературы:

1. *Кузьменко А.В.* Стресс как источник профессионального выгорания // Гуманитарный научный журнал. 2021. № 1. С. 145-151. DOI: 10.24412/2078-9661-2021-1-021.
2. *Сюльдина А.В.* Взаимосвязь эмоционального синдрома выгорания и профессиональной мотивации у сотрудников, осуществляющих управленческую деятельность // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 26. С. 469-473.
3. *Друзева А.Н., Терсакова А.А.* Особенности проявления психического и эмоционального выгорания в разных профессиях управленческой сферы // Теория и практика современной науки. 2021. № 3 (69). С. 98-104.
4. *Лепихина И.О.* Профессиональное выгорание персонала как результат стрессогенных факторов в современной организации // Консолидация интеллектуальных ресурсов как фактор развития современных исследований: сборник статей Международной научно-практической конференции. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2021. С. 113-119.
5. *Куроптева В.И.* Профессиональное выгорание // NovaUm.Ru. 2021. № 29. С. 121-122.
6. *Сидельникова Т.Л.* Профилактика синдрома эмоционального выгорания педагогов во время дистанционного обучения // Управление качеством образования: теория и практика эффективного администрирования. 2021. № 1. С. 40-47.
7. *Апалькова Т.Г.* К вопросу выбора структуры многофакторной регрессионной модели на примере анализа факторов выгорания творческих работников // Компьютерные

исследования и моделирование. 2021. Т. 13. № 1. С. 265-274. DOI: 10.20537/2076-7633-2021-13-1-265-274.
8. *Главатских О.Б., Пушина Н.Н., Харитонова Н.Н., Шараборина К.Ю.* Исследование влияния синдрома профессионального выгорания на мотивацию труда руководителей среднего звена конкурентоустойчивых предприятий // Наука и бизнес: пути развития. 2021. № 1 (115). С. 100-103.
9. *Glavatskikh O.B., Pushina N.N., Troyanskaya A.I., Kharitonova N.N.* Coping Strategies as a Method of Increasing Motivation for Work in Managers with Professional Burnout Syndrome // Components of Scientific and Technological Progress. 2021. № 1 (55). P. 26-29.
10. *Gasparovich E., Uskova E.* Professional Deformation of Staff Under the Digital Economy // Lecture Notes in Information Systems and Organisation. 2022. P. 409-422. DOI: 10.1007/978-3-030-94252-6_31.

References:

1. Kuz`menko A.V. Stress kak istochnik professional`nogo vy`goraniya [Stress as a source of professional burnout]. *Gumanitarny`j nauchny`j zhurnal* [Humanitarian Scientific Journal], 2021, no. 1, pp. 145-151. (In Russian). DOI: 10.24412/2078-9661-2021-1-021.
2. Syul`dina A.V. Vzaimosvyaz' emotsional'nogo sindroma vygoraniya i professional'noy motivatsii u sotrudnikov, osushchestvlyayushchikh upravlencheskuyu deyatel'nost' [The relationship of emotional burnout syndrome and professional motivation among employees engaged in managerial activities]. *Innovacii. Nauka. Obrazovanie* [Innovations. The Science. Education], 2021, no. 26, pp. 469-473. (In Russian).
3. Druzeva A.N., Tersakova A.A. Osobennosti proyavleniya psikhicheskogo i emotsional'nogo vygoraniya v raznykh professiyakh upravlencheskoy sfery [Features of the manifestation of mental and emotional burnout in different professions of the managerial sphere]. *Teoriya i praktika sovremennoj nauki* [Theory and Practice of Modern Science], 2021, no. 3 (69), pp. 98-104. (In Russian).
4. Lepixina I. O. Professional'noye vygoraniye personala kak rezul'tat stressogennykh faktorov v sovremennoy organizatsii [Professional burnout of personnel as a result of stressful factors in a modern organization]. *Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Konsolidaciya intellektual`ny`x resursov kak faktor razvitiya sovremenny`x issledovanij»* [Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference «Consolidation of Intellectual Resources as a Factor in the Development of Modern Research»]. Petrozavodsk, International Center for Scientific Partnership “Novaya Nauka” Publ., 2021, pp. 113-119. (In Russian).
5. Kuropteva V.I. Professional'noye vygoraniye [Professional burnout]. *NovaUm.Ru* [NovaUm.Ru], 2021, no. 29, pp. 121-122. (In Russian).
6. Sidel`nikova T.L. Profilaktika sindroma emotsional'nogo vygoraniya pedagogov vo vremya distantsionnogo obucheniya [Prevention of emotional burnout syndrome of teachers during distance learning]. *Upravleniye kachestvom obrazovaniya: teoriya i praktika effektivnogo administrirovaniya* [Quality Management of Education: Theory and Practice of Effective Administration], 2021, no. 1, pp. 40-47. (In Russian).
7. Apal'kova T.G. K voprosu vybora struktury mnogofaktornoy regressionnoy modeli na primere analiza faktorov vygoraniya tvorcheskikh rabotnikov [On the issue of choosing the structure of a multifactorial regression model on the example of the analysis of burnout factors of creative workers]. *Komp'yuternyye issledovaniya i modelirovaniye* [Computer Research and Modeling], 2021, vol. 13, no. 1, pp. 265-274. (In Russian). DOI: 10.20537/2076-7633-2021-13-1-265-274.
8. Glavatskix O.B., Pushina N.N., Xaritonova N.N., Sharaborina K.Yu. Issledovanie vliyaniya sindroma professional`nogo vy`goraniya na motivaciyu truda rukovoditelej srednego zvena konkurentoustojchivy`x predpriyatij [Investigation of the effect of professional burnout syndrome on the motivation of middle managers of competitive enterprises]. *Nauka i biznes: puti razvitiya* [Science and Business: Ways of Development], 2021, no. 1 (115), pp. 100-103.

(In Russian).
9. Glavatskikh O.B., Pushina N.N., Troyanskaya A.I., Kharitonova N.N. Coping Strategies as a Method of Increasing Motivation for Work in Managers with Professional Burnout Syndrome. *Components of Scientific and Technological Progress*, 2021, no. 1 (55), pp. 26-29. (In English).
10. Gasparovich E., Uskova E. Professional Deformation of Staff Under the Digital Economy. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, 2022, pp. 409-422. (In English). DOI: 10.1007/978-3-030-94252-6_31.

Сведения об авторах / Information about authors

Ганиева Альбина Казимовна	канд. экон. наук, доцент кафедры управления персоналом Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского 295000, г. Симферополь, ул. Севастопольская 21/4 ag77@bk.ru
Ganieva Albina Kazimovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor of the Department of Personnel Management V.I. Vernadsky Crimean Federal University 295000, Republic of Crimea, Simferopol,21/4, Sevastopolskaya str., ag77@bk.ru

УДК 330 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.014**

Евсюкова Т.Г.

ПОДХОДЫ К ПОНИМАНИЮ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ

Аннотация. В статье рассматривается сетевое взаимодействие как принципиально новая форма взаимодействия экономических агентов, основанная на трансформации экономики и переход к новому технологическому укладу. Определена степень изученности вопроса о новой интеграционной форме – «сетевом взаимодействии», и различные подходы к толкованию данного термина. Представлен монографический анализ различных подходов к пониманию сетевого взаимодействия, выделены основные направления развития термина. Исследованы институциональные аспекты, обуславливающие появление новой формы взаимосвязи экономических акторов. В результате определены и представлены основные принципы сетевого взаимодействия. Определена роль цифровой трансформации экономики и переход к новому технологическому укладу в экономических отношениях. Представлены основные положения отличия цифровой формы взаимодействия от традиционной в рамках сетевого подхода. Предложена схема расчета коэффициента модернизации для определения потенциальных участников сетевого взаимодействия.
Ключевые слова: сетевое взаимодействие, институты, экономические агенты, акторы, организационная система.

Evsyukova T.G.

APPROACHES TO UNDERSTANDING THE NETWORK INTERACTION OF ECONOMIC AGENTS

Abstract. The article considers network interaction as a fundamentally new form of interaction between economic agents, based on the transformation of the economy and the transition to a new technological order. The degree of study of the issue of a new integration form - "network interaction", and various approaches to the interpretation of this term are determined. A monographic analysis of various approaches to understanding network interaction is presented, the main directions of the development of the term are highlighted. The institutional aspects that cause the emergence of a new form of interconnection between economic actors are studied. As a result, the basic principles of network interaction are defined and presented. The role of the digital transformation of the economy and the transition to a new technological order in economic relations are determined. The main provisions of the difference between the digital form of interaction and the traditional one within the framework of the network approach are presented. A scheme for calculating the coefficient of modernization for determining potential participants in network interaction is proposed.
Keywords: network interaction, institutions, economic agents, actors, organizational system.

Введение. Модель сетевого взаимодействия является многоаспектной и сложной в практической её реализации, поскольку она создается для обмена ресурсами и продукцией; основными свойствами сетевого управления являются децентрализация и отсутствие монополии на принятие решений. Побудительными мотивами создания сетевых предпринимательских структур являются обеспечение инклюзивного участия малых и крупных субъектов хозяйствования, равноправного доступа к ресурсам, реализации имеющегося потенциала в достижении поставленных целей совместной деятельности. Однако из-за отсутствия нормативно-правового сопровождения, мер экономического регулирования возникают проблемы их устойчивого развития. Таким образом, многофакторность и сложность проблемы межотраслевых связей и экономических отношений хозяйствующих субъектов и ее научно-практическая значимость для перспективы их стратегического развития определили актуальность данного исследования.

Целью исследования является изучение и анализ существующих подходов к трактованию термина «сетевое взаимодействие», его дальнейшее развитие и уточнение с учетом обоснования цифровых трансформационных процессов.

Материалы и методы исследования. Теоретической основой исследования являются собственные научные разработки, а также труды российских и зарубежных учёных по фундаментальным положениям классической, институциональной и поведенческой экономики, теории организации, трансакционных издержек, договорной и отношенческой контрактации в системе межотраслевых и межсубъектных отношений. В процессе исследования применялись следующие методы: абстрактно-логический, монографический, расчетно-конструктивный с использованием экономических приемов.

Результаты исследования и их обсуждение. В межотраслевой координации при решении организационно-экономических вопросов, возникает несбалансированность интересов участников агропродовольственных цепочек из-за неэквивалентности обменно-распределительных отношений. В решении этой сложной многоаспектной проблемы особое место занимает трансформация форм экономического взаимодействия хозяйствующих субъектов под воздействием быстро развивающегося рынка информационно-коммуникационных услуг при переходе на новый технологический уклад.

Современные формы и механизмы межотраслевого и межсубъектного взаимодействия, основанные на принципах координации, кооперации или интеграции подвергаются структурным изменениям под влиянием факторов внутренней и внешней среды. Формируются гибридные и возникают новые формы, одной из которой является сетевая структура экономического взаимодействия, которая строится на сочетании рыночных и координационных механизмов и включает в себя многочисленные связи формального и неформального характера. В мировой практике отмечается усиление внимания к развитию сетевых структур взаимодействия, что стимулирует необходимость углубления научных исследований и выработки рекомендаций по их совершенствованию для выполнения стратегических задач, стоящих перед агропродовольственным сектором экономики.

Согласно порталу РИНЦ, словосочетание «сетевое взаимодействие» в названиях научных статей, докладов, патентов, диссертационных исследований встречаются 19390 раз. Проанализируем 100 первых релевантных результатов: лишь 8 % из них рассматриваются в рамках экономической дисциплины, 75 % работ относится к образованию, 10 % – к информационным технологиям, 5 % – к социологии, 2 % – к медицине. Из ста работ всего 4 диссертационных исследования, одно из которых по экономике развития регионов, автореферат на него опубликован в 2014 г. Орловой А.В. [1]. Автор определяет сетевое взаимодействие как объединение бизнеса, государственно- частного партнерства и науки в форме интеллектуально-инновационного комплекса. Особая роль отводится университетам, которые на контрактной основе проводили бы исследования для развития инновационного потенциала региона. Такой подход описывает кластер, что, по нашему мнению, обладает рядом ограничений: во-первых, формирование сетевого взаимодействия на базе научного центра, а не предпринимательской структуры, во-вторых, интеграция для развития инноваций, а не инновации, обуславливающие новые формы интеграции. Дальнейшие исследования Орловой А.В. [1] также базируются на региональной привязке при сетевом аспекте.

Подобную точку зрения выражает и Каменских М.А. [2], понимая межотраслевое взаимодействие по сетевому принципу как кластер, в котором осуществляется объединение бизнеса, научных и государственных учреждений в сеть с управлением через узловые центры сети. Отметим, что проблема развития кластеров нашла отражение во многих диссертационных исследованиях с позиций конкурентоспособности, стратегического планирования, разработки и внедрения инноваций.

Иной подход к определению сетевого взаимодействия представлен учеными Алтайский института экономики [3], он базируется на теории инновационных экосистем. Взаимодействие акторов происходит на основе цифровой платформы, информационная составляющая в такой системе является превалирующей и способствует экономическому росту. Ученые данной

школы предлагают модель экономического роста, основанную на показателях ВВП и трансакционных издержках. Мы исходим из того, что объединение экономических акторов в сеть строится по отраслевому и технологическому принципу, а в кластер – по географическому. Кооперация и координация по территориально-отраслевому принципу в целях снижения затрат и более устойчивого развития региона.

Значительный вклад в исследование и научное обоснование сетевого взаимодействия сделан группой ученых МГУ имени М.В. Ломоносова и Высшей школы экономики [4]. Ими был проведен анализ зарубежной литературы конца XX – начала XXI века и представлены основные результаты понимания сетей и причин их возникновения. Они также отмечают проблему отсутствия единого понятийного аппарата в данном вопросе и наличие разногласий в подходах к термину «сетевого взаимодействия», что, по мнению авторов, свидетельствует о начальном этапе освоения данного направления. В своем исследовании они разделяют подходы к определению сети на формальный (любое взаимодействие экономических акторов), экономический (взаимодействие «принципал – агент»), экологический (инновационная экосистема) и управленческий (источник создания и поддержания конкурентного преимущества). В своем исследовании представители данной научной школы сосредоточились на управленческом аспекте. Также отмечают тенденцию к кооперативному движению как среди участников рынка в виде иерархических взаимодействий между участниками цепочки создания продукта, так и между конкурентами в виде развития горизонтальных направляющих [4].

В исследовании сетевого аспекта экономического взаимодействия основополагающей теорией, по нашему мнению, является теория маржинальных издержек. Субъекты малого и среднего предпринимательства, объединенные в «бизнес-сети», могут составить конкуренцию крупным компаниям отрасли за счет мобильности и быстрой адаптации к изменениям внешней среды. Необходимость участия малых форм хозяйствования в объединении для снижения затрат на производство и последующие стадии выражается в тренде на шэринг-экономику – от английского слова share – делиться, разделять или, другими словами, экономика совместного потребления.

Таким образом, под сетевым взаимодействием различные экономические школы понимают принципиально разные явления. Можно выделить несколько направлений в подходах определения сетевого взаимодействия:

- территориальный или географический (сеть в виде кластера);
- информационный (взаимодействие через интернет ресурсы, различные цифровые платформы, маркетплейсы и др.);
- контрактный (сохранение частной собственности, снижение издержек за счет регламентаций по выполнению контрактных условий).

Для более углубленного рассмотрения проанализируем сетевые формы взаимодействия, их особенности и прокомментируем точки пересечения разных подходов (таблица 1).

Таблица 1 – Авторские трактовки дефиниции «сеть»

Автор	Определение дефиниции «сеть»
При кластерной форме взаимодействия	
Каменских М.А. [2]	«Система, обладающая несколькими «узлами-центрами», которые распределяют между собой управление взаимодействием (по принципу децентрализации) и обмен ресурсами (по принципу комплементарности ресурсов, взаимовыгоды, равноправия, согласованности интересов и пр.), что снижает вероятность конфликтов и повышает уровень гармонизации интересов участников сети, а, следовательно, устойчивость функционирования сети и долговременность отношений».
При кооперативной форме взаимодействия	
Стариков С.В. [5]	«Кооперация независимых предприятий для достижения совместных целей».
Попова Ю.Ф [6]	«Горизонтальные сети между предприятиями-конкурентами, межотраслевые партнерства, взаимоотношения с финансовыми, правительственными организациями всех уровней и т.п.; вертикальные сети между участниками цепочки создания ценности».

Продолжение таблицы 1

Автор	Определение дефиниции «сеть»
Овчинников А.С. [7]	«Функциональная взаимосвязь и тесное взаимодействие всех уровней производственно-сбытового процесса: «семеноводство→ производство → переработка → логистика → рынок».
При взаимодействии в экосистемах	
Котванов М.В. [8]	«Цифровая экосистема, в которой присутствуют в качестве элементов непосредственные благо получатели сделок (продавцы и покупатели), а также регулирующие государственные органы, финансовые организации, неодушевленные технические устройства и базы данных».
Ананина Р.Ф. [3]	«Кооперационно-сетевые взаимодействия как форма совместного использования (совместные закупки, райдшеринг, коворкинг, каучсерфинг, краудсорсинг, краудфандинг и др.)»
Иванова Н.В. [9]	Преимущественно горизонтальная интеграция, заключающаяся в формировании сети с ее узлами и связями для достижения целей соответствия потребностям и ожиданиям пространственно-экономической трансформации.
Трансформация кооперативной формы	
Бек М.А. [4]	«Система межфирменных связей, регламентированная контрактами группа формально независимых агентов рынка, связанных общей целью, реализация которой невозможна без согласования стратегий участников, а достижение – без четко выстроенного механизма координации».
Фадеев А.А. [10]	«Форма целенаправленного поведения как внутри организаций, так и за их пределами, сфокусированной на культивировании и использовании межличностных отношений и ресурсов для получения совместных выгод, а именно снижения издержек, повышения производительности труда, совместных разработок ноу-хау, доступа и обмена информацией, продвижению товаров и услуг и другое».
Дробышевская Л.Н. [11]	Сложные интерактивные отношения, которые соединяют ресурсы и деятельность одной стороны с ресурсами и деятельностью другой, формируемые как для решения технологических и финансовых проблем, так и задач, связанных с совершенствованием управления каналом распределения.

Источник: составлено автором по [2-11]

Остановимся подробнее на терминологии, чтобы выяснить применение дефиниции «сеть» относительно поведения экономических агентов и их взаимодействия. Вначале обратимся к трактовкам, которые содержатся в академических словарях. Поскольку в них не включено словосочетание «сетевое взаимодействие», то разделим этот термин на две составляющие: «взаимодействие» и «сеть». Согласно этимологическому словарю русского языка «сеть» – это «система коммуникаций, расположенных на каком-нибудь пространстве». Определения термина «сеть» представлены в таблице 2.

Таблица – Определения дефиниции «Сеть»

Источник	Определение термина «сеть»
Большой экономический словарь [12]	1) Система коммуникаций, расположенных на каком-либо пространстве; 2) совокупность однородных организаций и учреждений.
Толковый словарь Ожегова С. [13]	Совокупность расположенных где-нибудь однородных учреждений, организаций.
Толковый словарь Ушакова Д.И. [14]	Совокупность расположенных, рассеянных на какой-нибудь территории и связанных одной системой учреждений, предприятий и лиц. Товаропроводящая сеть.
Словарь бизнес-терминов [15]	Взаимодействующая совокупность объектов, связанных друг с другом линиями связи. Участие в общей работе, деятельности, сотрудничество, совместное осуществление операций, сделок.
The Collaborative International Dictionary of English [16]	Любая система линий или каналов, переплетающихся или пересекающихся подобно ткани сети; как, сеть вен; сеть железных дорог. [1913 Вебстер]».

Источник: составлено автором по [12-16]

Определения, представленные в толковых словарях С. Ожегова и Д. Ушакова и Большом экономическом словаре, содержат ограничительный признак – территорию размещения. В этом смысле территориальный признак свойственен для кластерного типа взаимодействия.

Таким образом, сетевое взаимодействие – это способ организации экономических отношений, основанный на проектном управлении и цифровизации, направленный на объединение и обмен ресурсами, ценность которых для участников заключается в снижении трансакционных издержек, распределении рисков.

Исследование экономической среды формирования сетевого взаимодействия требует комплексного подхода, поскольку включает в свой состав элементы, развитие и регулирование которых зависит от действующих правил и норм гражданского, земельного, налогового, антимонопольного законодательства, а также рыночных механизмов. Регулирование экономических отношений в рамках сетевого взаимодействия, обусловлено принципами сетевого взаимодействия:

- самоорганизация,
- инклюзивность,
- свободный вход,
- саморегулирование,
- адаптация.

Согласно институциональной экономической теории, изменение институциональной среды сопровождается трансформацией формальных правил. Цифровая трансформация экономики требует нормативно-правового регулирования на всех уровнях. Вышеизложенное дает основание рассмотреть в определенной последовательности особенности структурно-пространственной адаптации форм взаимодействия экономических агентов к цифровой трансформации.

Применение цифровых технологий стало необходимым условием устойчивого развития в глобальной конкурентной среде, и, по мнению академика РАН А.Н. Семина «…позволяет формировать доверительную среду между предпринимателями, а также между бизнесом и обществом» [17].

Комплекс обозначенных выше научных проблем дополняется новыми функциями сетевого взаимодействия, обусловленными развитием цифровых технологий и переходом к новому технологическому укладу (таблица 3).

Таблица 3 – Реализация задач сетевого взаимодействия при аналоговой и цифровой форме

Задача	Форма	
	Традиционная	Цифровая
Преодоление барьеров выхода на рынок	Союзы, ассоциации, франчайзинг	Экономика совместного потребления
Эффективное управление цепочками поставок	Торговая сеть	Маркетплейс, Цифровая экосистема
Развитие инноваций	Кластер	Бизнес-инкубаторы

Источник: составлено автором

Для определения адаптации хозяйствующих субъектов к цифровой трансформации, выделенной в качестве одного из признаков «зрелости» сетевого взаимодействия, проведено анкетирование организаций агропромышленного-комплекса одного из центральных регионов России. По результатам анкетирования определено, что организации внедряют цифровые технологии в основном в производственные процессы для повышения производительности труда от их применения; при этом респондентами не отмечено снижение себестоимости продукции, что в определенной мере на сложившуюся ситуацию оказали влияние меры санкционного давления. Полученные результаты предопределили необходимость исследования вложенных денежных средств на технико-технологическое обновление производственных мощностей, вызванное внедрением цифровых технологий. Данные выводы

подтверждают исследования и других ученых-экономистов [17, 18].

Для решения этой задачи предложена схема расчета коэффициента модернизации (k_m) как отношение суммы платежей, связанных с приобретением, созданием, модернизацией, реконструкцией и подготовкой к использованию внеоборотных активов, в том числе затраты на научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы, и суммы поступлений денежных средств по текущим операциям от покупателей и заказчиков за продукцию, товары, работы, услуги. Эти данные содержатся в отчете о движении денежных средств строки 4221 и 4111 соответственно. В бухгалтерском учете существует понятие материальных затрат на модернизацию основных средств. Величина этих затрат дает более точное представление о мероприятиях предприятия по увеличению производственных мощностей и фондовооруженности. Однако получить эти данные представляется проблематичным ввиду отсутствия их открытом доступе. Поэтому для расчета коэффициента модернизации будем использовать именно данные из Формы №4 Отчет о движении денежных средств. Коэффициент модернизации покажет какова доля расходов в потоке денежных средств на техническое обновление предприятия.

Расчет коэффициента модернизации (k_m) осуществляется по следующей формуле:

$$k_m = \frac{Q_m}{Q}, \quad (1)$$

где Q_m – объем денежных средств, направляемых организацией на приобретение, создание, модернизацию, реконструкцию и подготовку к использованию внеоборотных активов;

Q – объем денежных средств, направляемых организацией поставщикам (подрядчикам) за сырье, материалы, работы, услуги.

Источником информации для расчета искомого показателя послужили данные годовой бухгалтерской отчетности включенных в анализируемую совокупность организаций.

Выводы. Итак, на современном этапе развития экономики происходят структурно-технологические изменения, которые оказывают влияние на форму и содержание взаимодействия хозяйствующих субъектов. Это обусловливает необходимость регулирования экономических отношений, складывающихся в процессе трансакций, то есть операций по обмену правомочий и распределения общественных благ.

Снижение себестоимости за счет оптимизация производственных процессов в том числе за счет модернизации основных средств повышает конкурентное преимущество предприятия. При включении в сетевое взаимодействие одним из ключевых факторов необходимо рассматривать – коэффициент модернизации. Проведенный анализ подтверждает, что предприятия-переработчики более адаптивные к рыночным условиям, и коэффициент модернизации коррелирует с уровнем рентабельности предприятия.

Список использованной литературы:

1. *Орлова А.В.* Развитие методов оценки устойчивого социально-экономического развития и сетевого взаимодействия регионов: автореф. дис. … канд. экон. наук: 08.00.05 / Анна Викторовна Орлова. Белгород, 2014. 24 с.
2. *Каменских М.А.* Организационно-экономический механизм управления сетевым взаимодействием субъектов, генерирующих рост промышленного производства: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Мария Анатольевна Каменских. Пермь, 2018. 23 с.
3. *Ананина Р.Ф.* Свойства услуг и их классификация с учетом кооперационно-сетевых взаимодействий // Вестник Алтайской академии экономики и права, 2019. № 5-1. С. 5-11.
4. *Бек М.А., Бек Н.Н., Бузулукова Е.В.* Методология исследования сетевых форм организации бизнеса: коллективная монография. М.: Дом Высшей школы экономики, 2014. 446 с.
5. *Стариков С.В.* Организация импортозамещающих производств на основе сетевого сотрудничества промышленных предприятий: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Сергей Викторович Стариков. Курск, 2017. 23 с.
6. *Попова Ю.Ф.* Развитие сетевых форм межфирменной кооперации в российской экономике

// Креативная экономика. 2008. Т. 2. № 9. С. 36-42.
7. *Овчинников А.С., Балашова Н.Н., Иванова Н.В.* Обоснование кластерно-сетевой организации регионального рынка зернобобовых в условиях импортозамещения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4 (48). С.257-266.
8. *Котванов М.В., Котванова С.Г., Шипулина И.А.* Сетевое взаимодействие как мультипликатор экономического роста: макроэкономический и региональный аспекты // Региональная экономика. 2021. Т. 19. Вып. 8(491). С.1542-1567.
9. *Иванова Н.В.* Сетевые формы организации агроэкономического пространства в регионах Российской Федерации // Стратегия развития экономики. 2014. № 7 (244). С. 33- 43.
10. *Fadeev A.* Network concepts overview based on the principles of network interaction and forms of innovative networks // Sciff. Questions of Students Science. 2020. № 4 (44). P. 672-676.
11. *Дробышевская Л.Н., Кучерук В.А.* Оценка эффективности сетевого взаимодействия компании в регионе // Terra Economics. 2012. Т. 10. № 3. Ч. 2. С. 104-109.
12. *Благодатин А. А., Лозовский Л. Ш., Райзберг Б. А.* Финансовый словарь. М.: ИНФРА-М, 2002. 377 с.
13. *Ожегов С.И., Шведова Н. Ю.* Толковый словарь русского языка: 72500 слов и 7500 фразеологических выражений. М.: Азъ, 1994. 907 с.
14. *Ушаков Д.Н.* Большой толковый словарь русского языка: современная редакция. М.: Дом Славянской книги, 2008. 959 с.
15. Сайт словаря бизнес-терминов «Академик.ру». URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/business/6530 (дата обращения: 14.02.2023).
16. Сайт Collaborative International Dictionary of English. URL: https://en-academic.com/dic.nsf/enwiki/498240 (дата обращения: 14.02.2023).
17. *Семин А. Н., Труба А. С., Марков А. К.* Экономический рост в сельском хозяйстве: факторы генерации и механизм обеспечения. М.: ООО «КОЛ ЛОК», 2021. 278 с.
18. *Труба А. С., Абряндина В. В.* Совершенствование механизма регулирования социально-трудовых отношений в условиях цифровой среды // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 2. С. 313-331.

References:

1. Orlova A.V. *Razvitie metodov otsenki ustojchivogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya i setevogo vzaimodejstviya regionov. Avtoref. diss. ... kand. ekon. nauk* [Development of methods for assessing sustainable socio-economic development and network interaction between regions. Cand. ekon. sci. diss. abstr.]. Belgorod, 2014, 24 p. (In Russian).
2. Kamenskikh M.A. *Organizatsionno-ekonomicheskij mekhanizm upravleniya setevym vzaimodejstviem sub"ektov, generiruyushhikh rost promyshlennogo proizvodstva. Avtoref. diss. ... kand. ekon. nauk* [Organizational and economic mechanism for managing network interaction of subjects generating industrial production growth. Cand. ekon. sci. diss. abstr.]. Perm', 2018, 23 p. (In Russian).
3. Ananina R.F. Svojstva uslug i ikh klassifikatsiya s uchetom kooperatsionno-setevykh vzaimodejstvij [Properties of services and their classification taking into account cooperative network interactions]. *Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 2019, no. 5-1, pp. 5-11. (In Russian).
4. Bek M.A., Bek N.N., Buzulukova Ye.V. *Metodologiya issledovaniya setevykh form organizatsii biznesa* [Methodology for researching network forms of business organization]. Moscow, Dom Vysshej shkoly ekonomiki Publ., 2014, 446 p. (In Russian).
5. Starikov S.V. *Organizatsiya importozameshhayushhikh proizvodstv na osnove setevogo sotrudnichestva promyshlennykh predpriyatij. Avtoref. diss. ... kand. ekon. nauk* [Organization of import-substituting industries on the basis of network cooperation of industrial enterprises. Cand. ekon. sci. diss. abstr.]. Kursk, 2017, 23 p. (In Russian).
6. Popova Yu.F. Razvitie setevykh form mezhfirmennoj kooperatsii v rossijskoj ekonomike [Development of network forms of interfirm cooperation in the Russian economy]. *Kreativnaya ekonomika* [Creative Economy], 2008, vol. 2, no. 9, pp. 36-42. (In Russian).

7. Ovchinnikov A.S., Balashova N.N., Ivanova N.V. Obosnovanie klasterno-setevoj organizatsii regional'nogo rynka zernobobovykh v usloviyakh importozameshheniya [Justification of the cluster-network organization of the regional market of legumes in the context of import substitution]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education], 2017, no. 4 (48), pp. 257-266. (In Russian).
8. Kotvanov M.V., Kotvanova S.G., SHipulina I.A. Setevoe vzaimodejstvie kak mul'tiplikator ekonomicheskogo rosta: makroekonomicheskij i regional'nyj aspekty [Network interaction as a multiplier of economic growth: macroeconomic and regional aspects]. *Regional'naya ekonomika* [Regional Economy], 2021. vol. 19, no. 8 (491), pp. 1542-1567. (In Russian).
9. Ivanova N.V. Setevye formy organizatsii agroekonomicheskogo prostranstva v regionakh Rossijskoj Federatsii [Network forms of organization of agro-economic space in the regions of the Russian Federation]. *Strategiya razvitiya ekonomiki* [Strategy for the Development of the Economy], 2014, no. 7 (244), pp. 33-43. (In Russian).
10. Fadeev A. Network Concepts Overview Based on the Principles of Network Interaction and Forms of Innovative Networks. *Sciff. Questions of Students Science*, 2020, no. 4 (44), pp. 672-676. (In English).
11. Drobyshevskaya L.N., Kucheruk V.A. Otsenka ehffektivnosti setevogo vzaimodejstviya kompanii v regione [Evaluation of the effectiveness of the company's network interaction in the region]. *Terra Economics* [Terra Economics], 2012, vol. 10, no. 3, pt. 2, pp. 104-109. (In Russian).
12. Blagodatin A.A., Lozovskij L.Sh., Rajzberg B.A. *Finansovyj slovar'* [Financial dictionary]. Moscow, INFRA-M Publ., 2002, 377 p. (In Russian).
13. Ozhegov S.I., Shvedova N.Yu. *Tolkovyj slovar' russkogo yazyka: 72500 slov i 7500 frazeologicheskikh vyrazhenij* [Explanatory dictionary of the Russian language: 72500 words and 7500 phraseological expressions]. Moscow, Az" Publ., 1994, 907 p. (In Russian).
14. Ushakov D.N. *Bol'shoj tolkovyj slovar' russkogo yazyka: sovremennaya redaktsiya* [Big explanatory dictionary of the Russian language: modern edition]. Moscow, Dom Slavyanskoj knigi Publ., 2008, 959 p. (In Russian).
15. *Sayt slovarya biznes-terminov «Akademik.ru»* [Site of the dictionary of business terms “Akademik.ru”]. (In Russian). Available at: https://dic.academic.ru/dic.nsf/business/6530 (accessed 14.02.2023).
16. *Sayt Collaborative International Dictionary of English* [Site Collaborative International Dictionary of English]. (In Russian). Available at: https://en-academic.com/dic.nsf/enwiki/498240 (accessed 14.02.2023).
17. Semin A.N., Truba A.S., Markov A.K. *Ekonomicheskij rost v sel'skom khozyajstve: faktory generatsii i mekhanizm obespecheniya* [Economic growth in agriculture: generation factors and the mechanism of provision]. Moscow, KOL LOK Publ., 2021, 278 p. (In Russian).
18. Truba A.S. Abryandina V.V. Sovershenstvovanie mekhanizma regulirovaniya sotsial'no-trudovykh otnoshenij v usloviyakh tsifrovoj sredy [Improving the mechanism for regulating social and labor relations in a digital environment]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2022, no. 2, pp. 313-331. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Евсюкова Тамара Геннадиевна	научный сотрудник ВНИОПТУСХ – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ 111621, г. Москва, ул. Оренбургская, 15 t.evsyukova@vniiesh.ru
Evsyukova Tamara Gennadievna	researcher of VNIOPTUSKH – Branch of the FSBSI FRC AESDRA 15, Orenburg str., Moscow, 111621 t.evsyukova@vniiesh.ru

УДК 332.1 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.015**

Кваско М.А.

СОСТОЯНИЕ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. Рассматриваются особенности пространственного развития городских агломераций. Целью исследования является анализ современного развития городских агломераций в Российской Федерации, а также последующей оценки их влияния на региональные социально-экономические комплексы. В статье выделены факторы, оказывающие стимулирующее и сдерживающее воздействие на развитие городских агломераций. Проведен ретроспективный анализ формирования городских агломераций в Российской Федерации и её субъектах. Дана оценка наиболее значимых городских агломераций с позиции экономического и социального развития субъектов Российской Федерации. Установлено, что развитие городских агломераций как формы пространственной организации напрямую зависит от утвержденных и/или требующих разработки схем территориального планирования. Именно утвержденные схемы территориального планирования для удаленных территорий на уровне нормативно-законодательных актов Российской Федерации и её субъектов позволит сформировать целостную и эффективную систему регионального развития.
Ключевые слова: городская агломерация, развитие, фактор, эффект, удаленные территории.

Kvasko M.A.

STATE AND ASSESSMENT OF FUTURE DEVELOPMENT OF URBAN AGGLOMERATIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract. The paper considers features of the spatial development of urban agglomerations. The purpose of the study is to analyze the current development of urban agglomerations in the Russian Federation, as well as the subsequent assessment of their impact on regional socio-economic complexes. The paper identifies the factors that have a stimulating and constraining effect on the development of urban agglomerations. A retrospective analysis of the formation of urban agglomerations in the Russian Federation and its subjects was conducted. The estimation of the most significant urban agglomerations from the position of economic and social development of the Russian Federation. It was found that the development of urban agglomerations as a form of spatial organization directly depends on the approved and/or require the development of spatial planning schemes. It is the approved spatial planning schemes for remote territories at the level of normative-legislative acts of the Russian Federation and its subjects will allow to form a coherent and effective system of regional development.
Keywords: urban agglomeration, development, factor, effect, remote areas.

Введение. Особенности пространственного развития Российской Федерации оказывают значительное воздействие на уровень национального экономического, социального, инновационного и научно-технического развития. В качестве первостепенных ориентиров пространственного развития Правительство Российской Федерации обозначило создание городских агломераций на базе крупнейших городов страны. Так, на сегодняшний день, в Российской Федерации сформировано около 40 крупных и крупнейших городских агломераций, в которых проживает более 73 миллионов человек. Однако положительный агломерационный эффект, согласно теоретическим и практическим исследованиям российских и зарубежных ученых, достигается и при формировании агломерации с населением менее 500 тыс. человек.

Особенности развития городских агломераций в России объясняются причинами формирования городских агломераций: естественным (миграционным) или

административным путями. Также проблемными вопросами выступают формирование и развитие городских агломераций на удаленных территориях Российской Федерации, что и определяет актуальность исследования.

Цель исследования. Целью исследования является анализ проблем и тенденций современного развития городских агломераций в Российской Федерации, а также последующей оценки их влияния на региональные социально-экономические комплексы. В соответствии с целью определены задачи:

– раскрыть региональные особенности образования городских агломераций;

– провести анализ факторов, ограничивающие развитие городских агломераций;

– дать оценку в части перспективного развития городских агломераций в Российской Федерации.

Материалы и методы исследования. Для решения поставленных задач исследования использовались следующие методы: анализа и синтеза – для выделения и рассмотрения факторов, оказывающих ограничения в части развития городских агломераций; монографический метод – для раскрытия региональных особенностей образования городских агломераций. В ходе исследования анализировались данные государственной статистики Российской Федерации, информационную базу исследования также составили материалы контент-анализа средств массовой информации и научных публикаций.

Рассматривая вопросы формирования и государственного управления городскими агломерациями, обратимся к публикациям ведущих российских и зарубежных экономистов, среди которых следует выделить: Н.В. Ворошилова [1], Е.М. Бухвальда [2], А.В. Одинцову [3], А.А. Колоскову [4], Шаоцинь Сун а, Син Ли [5] и др. Н.В. Ворошилов и Л.С. Леонтьева [6] отмечают, что не сформированы единые подходы к организации системы управления развитием агломераций, а также по делимитации границ агломерированных пространств. А.В. Одинцова отмечает, что развитие городских агломераций является составной частью процесса развития межмуниципального сотрудничества. Другого подхода придерживается Е.М. Бухвальд, который проводит в своих исследованиях позитивные и негативные аспекты агломерационного эффекта. В то же время А.А. Колоскова выделяет барьеры становления городских агломераций и предлагает пути их преодоления. Следует обратить внимание на позицию Шаоцинь Сун а, Син Ли и Фэн Сюя [7], которая сводится к исследованиям проблем агломераций, а также возможностям по их нивелированию. Однако большинство авторов не исследуют вопросы перспективного развития существующих городских агломераций в Российской Федерации. Именно данные обстоятельства требуют проведения дальнейших научных исследования факторов, способствующих опережающему развитию городских агломераций в Российской Федерации.

Результаты исследования и их обсуждение. Согласно Стратегии пространственного развития Российской Федерации (СПР) до 2025 года, городская агломерация — это совокупность компактно расположенных населенных пунктов и территорий между ними с общей численностью населения более 250 тысяч человек [8]. Ключевым моментом является совместное использование населенными пунктами объектов инфраструктуры и наличие трудовых и социальных связей. А.В. Шмидт в своих исследованиях городской агломерации выделяет ее ядро (центр) и сателлиты (группа территориально близких поселений). Автор отмечает, что социально-экономический потенциал крупнейшего ядра неизбежно подпитывает ближайшие поселки, в свою очередь, сателлиты обеспечивают центр ресурсами, усиливая его потенциал [9].

В Российской Федерации городские агломерации чаще формируются вокруг города-ядра, что обусловлено развитой транспортной системой. Соответственно, в центральной части Российской Федерации города-ядра агломераций зачастую совпадают с административными центрами субъектов страны. Самыми развитыми агломерациями в настоящее время являются Московская, Санкт-Петербургская, Тульская, Ярославская, Ростовская, Приморская и Волгоградская агломерации [4]. Другие агломерации находятся на этапе формирования. Следует отметить, что формирование и развитие городских агломераций осуществляется на

основании Стратегии пространственного развития Российской Федерации до 2025 года. Однако до сих пор не принят закон «О городских агломерациях», который бы в полной мере регулировал вопросы их развития [10]. Есть трудности в части объективного и комплексного анализа агломерационных процессов. Все это порождает отсутствие единого понимания того, сколько в стране существующих и потенциальных агломераций. Так, некоторые агломерации не имеют четко установленных границ и в некоторых источниках указаны различные населенные пункты в составе одной городской агломерации. На сегодняшний день только 11 городских агломераций находятся в Сибири и на Дальнем Востоке, остальные агломерации (согласно СПР общее количество сформированных агломераций более 40) распложены в европейской части Российской Федерации.

Соответственно, можно выделить два типа формирования городских агломераций:

– создание агломерации вокруг крупного города или нескольких городов, что обусловлено расширяющимся влиянием крупного города и, как следствие, нехваткой территории для его будущего развития. Ключевой особенностью формирования российских городских агломераций является именно концентрация населения вокруг города-центра с постепенным вовлечением в городскую агломерацию меньших городов и других населенных пунктов;

– создание агломерации из-за наличия крупного производства или месторождения – в этом случае выбираются находящиеся рядом населенные пункты, которые образуют городскую агломерацию и одновременно развивают инфраструктуру региона.

На сегодняшний день прослеживается тенденция развития центральных территорий Российской Федерации, плотность населения в которых значительно выше. То есть приоритетным фактором для образования городской агломерации является население (от 250 тысяч человек согласно Стратегии), при этом на удаленных территориях данный фактор является сдерживающим для формирования и развития городских агломераций. Следует отметить, что одним из важнейших факторов развития городской агломерации и одновременно существенной проблемой является наличие и развитие транспортной инфраструктуры городских агломераций. Низкая транспортная доступность осложняет взаимосвязь регионов. Так, согласно статистическим данным 2022 года чуть более 50 % дорог общего пользования регионального и межмуниципального значения соответствуют нормам. Наиболее развитой остается транспортная сеть, связывающая город Москва с другими городами, как автомобильными дорогами, железнодорожными путями, так и авиационными перевозками.

Выделим факторы, которые оказывают стимулирующее и сдерживающее воздействие на развитие городских агломераций:

1. Географическое положение – удаленность от других крупных городов, расстояния внутри городской агломерации, транспортные коммуникации и т. п.

2. Масштаб города – плотность населения в городе и в агломерации.

3. Природно-климатические условия – ландшафт, качество почв, сейсмические зоны, погодные условия, средняя годовая температура, качество воды.

4. Месторождения природных ресурсов.

5. Коммуникация – транспорт, связь, межрегиональные коммуникации.

6. Научно-производственная деятельность – наличие университетов, производств и рабочих мест на них.

7. Финансово-кредитная система – развитость банковской системы, бюджет региона (дотационный/донор), уровень зарплаты.

8. Инвестиционная привлекательность – инвестиционный климат, риски для инвесторов, наличие инвестиционных проектов.

9. Социальная сфера – социальная инфраструктура, численность рабочих мест, количество безработных.

10. Престиж региона – привлекательность города и/или региона для населения, развитость социальной сферы, экологическая обстановка в регионе.

11. Управление – рейтинг властей, взаимодействие с населением, социальные программы, число банкротств и т. д. [2, 3]

По нашему мнению, отсутствие четко установленных границ у большинства городских агломераций является сдерживающим фактором ее развития, так как это затрудняет межмуниципальные связи между населенными пунктами. В различных источниках встречается разный состав городской агломерации, соответственно, переменны показатели численности населения агломерации, а также площади агломерации и плотности населения, количества городов. В сущности, агломерационная практика в Российской Федерации опережает теоретические исследования и нормативно-правовую базу в сфере регулирования и их развития.

В то же время, по нашему мнению, факторами, способствующими опережающему развитию городских агломераций в Российской Федерации, являются: производственная составляющая городской агломерации, наличие профильных предприятий, развитая транспортная и социальная инфраструктуры.

В таблице 1 проведен ретроспективный анализ формирования городских агломераций в Российской Федерации в ее центральной и удаленных частях.

Анализируя данные таблицы 1, можно сделать вывод, что городские агломерации в стране различаются по характеру формирования и развития. Так, Московская и Санкт-Петербургская агломерации отличаются большим количеством населенных пунктов, включенных в их состав. В Московской агломерации доля дорожной сети, находящейся в нормативном состоянии (69,3 %), обусловлена высокой плотностью дорожной сети. Из оставшихся перечисленных городских агломераций доля дорожной сети, находящейся в нормативном состоянии, превышает 75 % во всех агломерациях, кроме Якутской. Последняя характеризуется удаленным расположением и небольшим количеством населения по сравнению с другими агломерациями. При этом стоит отметить ВРП данной городской агломерации – 1,1 млрд. руб., что свидетельствует о целесообразности ее дальнейшего развития в случае развития действующей городской агломерации, несмотря на значительные ограничения в площади в связи с транспортными издержками и погодными условиями.

По нашему мнению, Казанская агломерация характеризуется оптимальным уровнем управления, так как достаточно высоки доходы региона (1,8 млрд руб.), а также доля дорожной сети городских агломераций, находящаяся в нормативном состоянии – 84,2 %. Отличительной чертой Краснодарской агломерации является объединение территорий муниципальных образований двух субъектов Российской Федерации: Республики Адыгея и Краснодарского края. Наиболее эффективной городской агломерацией с развитой транспортной инфраструктурой является Красноярская агломерация, которая имеет большую площадь, при этом превалирующее население (более 85 %) приходится на город Красноярск. Большая площадь агломерации связана с включением в ее состав близлежащих районов, что дает дополнительный импульс к дальнейшему пространственному развитию. Это обусловлено тем, что формирование Красноярской агломерации направлено на создание ареала комфортного проживания населения на востоке страны, способного обеспечить привлекательные условия жизнедеятельности.

Развитие городских агломераций напрямую связано с урбанизацией, что, по нашему мнению, требует акцентов в сторону расселения людей не на село-город, а на территории, находящиеся в агломерации или которые потенциально могут быть включены в состав агломерации. Так, комфортность проживания и престижность города зависят, в первую очередь, от качества товаров и услуг, предлагаемых в нем. Важными факторами являются возможность самореализации человека и наличие комфортной среды для ведения бизнеса. Ключевой тенденцией является создание независимой городской агломерации, к примеру, с автономной энергосистемой.

Безусловно, развитость региона способствует привлечению населения, в том числе специалистов, в городскую агломерацию. Однако цель формирования городской агломерации заключается в развитии определенного региона. Зачастую потенциал территории,

взаимодействие властей с населением, развитие производств привлекают население в новосозданные городские агломерации с развитой инфраструктурой.

Таблица 1 – Ретроспективный анализ формирования городских агломераций в Российской Федерации

Название агломерации	Численность населения агломерации, млн. чел.	Плотность населения, чел/кв. км.	Площадь, кв. км.	Количество городов (муниципальные районы)	Доля дорожной сети городских агломераций, находящаяся в нормативном состоянии, %	ВГП, млрд. руб.
Московская агломерация	17,125	2782	6 154	Более 70 городов; 14 городов с населением более 100 тыс. чел.	69,3	30,8
Санкт-Петербургская агломерация	6,2	534	11 600	35 городских поселений, в том числе 15 городов	77,7	10,3
Красноярская агломерация	1,4	56	24 757,7	7 муниципальных образований: три городских округа (Дивногорск, Красноярск, Сосновоборск) и 4 муниципальных района (Березовский, Емельяновский, Манский, Сухобузимский районы)	76,0	1,6
Большой Владивосток	0,8	150	5308,1	5 городов. Владивостокский и Артемовский городские округа, Надеждинский и Шкотовский муниципальные районы	77,4	1,2
Якутская агломерация	0,3	2612,85 (Якутск)	>200	2 города	66,1	1,1
Казанская агломерация	1,7	188	9000	2 города, 6 муниципальных районов республики (городской округ Казань, Верхнеуслонский, Высокогорский, Зеленодольский, Лаишевский и Пестречинский муниципальные районы)	84,2	1,8
Краснодарская агломерация	1,5	2064	726, 4	7 муниципальных образований: 4 МО Краснодарского края (г. Краснодар, г. Горячий Ключ, Северский и Динской районы) и 3 МО Республики Адыгеи (Тахтамукайский, Теучежский районы и г. Адыгейск)	76,6	1,8
Иркутская агломерация	1,1	415	2 646	3 города. г. Иркутск, Ангарский городской округ и населенные пункты Иркутского и Шелеховского муниципальных районов.	76,4	1,5

Источник: составлено автором на основании [11, 12]

В частности, критерий транспортной доступности отмечен в Стратегии

пространственного развития Российской Федерации до 2025 года, однако его достижение зачастую находится на неудовлетворительном уровне [8]. Для повышения показателей, связанных с критерием транспортной доступности, предлагается создание и развитие пешеходной и велосипедной системы внутри жилых кварталов городской агломерации, общественной – при передвижении по городу, автомобильной и общественной – при передвижении между населенными пунктами. По нашему мнению, развитие общественного транспорта существенно сократит риск возникновения экологических проблем путем снижения выбросов от чрезмерного использования личных автомобилей. Развитая система общественного транспорта (автобусы, электрички, поезда, троллейбусы, катера и т. п.) выделяется регулярностью сообщения, точностью хождения транспорта и обеспечивает комфортную среду проживания и связи между населенными пунктами. Именно развитие транспортной инфраструктуры, на наш взгляд, должно существенно повысить вовлеченность близлежащих населенных пунктов в единую агломерационную структуру. Считаем, что оптимальным значением транспортной доступности является два и менее часов в день на дорогу, однако, наряду с этим, следует учитывать действующие реалии транспортной системы, погодных условий и большого расстояния между городами в удаленных регионах Российской Федерации, что обуславливает и высокие экономические издержки расстояния.

Важной особенностью развития городских агломераций в Российской Федерации, по нашему мнению, является необходимость разработки схем территориального планирования субъекта Российской Федерации. Данный шаг направлен на комплексный подход при размещении объектов регионального значения в сферах транспорта, предупреждения чрезвычайных ситуаций, образования, здравоохранения, физической культуры и спорта, энергетики и др. в соответствии с полномочиями субъектов Российской Федерации. Таким образом, единый подход должен прослеживаться не только в развитии инфраструктуры, но и в социальной сфере. В то же время, на наш взгляд, исторические места и рекреационные зоны вокруг городов следует сохранять для охраны культурного наследия и окружающей среды.

Следует отметить, что городские агломерации как форма пространственной организации имеют как ряд объективных эффектов:

1) положительные:

– повышение эффективности производства и сферы услуг;
– снижение издержек на производство;
– улучшение качества услуг ЖКХ, транспорта, инфраструктуры;
– рост мобильности рабочей силы;
– привлечение инвестиций в регион, развитие бренда территории и пр.

2) отрицательные:

– ухудшение экологической ситуации;
– перегруженность транспортной системы;
– отток населения из сельских территорий региона в крупные города [9].

Выводы. Рассмотренные в статье вопросы современного состояния и оценки перспективного развития городских агломераций в Российской Федерации позволили сделать вывод о целесообразности проведения картирования и нормативно-законодательного закрепления на уровне субъектов Российской Федерации схем территориального планирования городских агломераций. Установлено, что на формирование городских агломераций в субъектах Российской Федерации оказывает прямое влияние отраслевая специализация региона, природно-климатические условия, развитость транспортной инфраструктуры, плотность проживающего на территории населения. Оценивая эффективность действующих на территории Российской Федерации городских агломераций, установлена прямая зависимость между плотностью населения, проживающего на территории, транспортной доступностью, а также наличием развитой научно-технической, социальной и материально-производственной базы. Именно данные составляющие определяют целесообразность создания агломераций с позиции регионального и федерального воздействия на социально-экономическое развитие субъектов Российской

Федерации.

По результатам проведенного анализа установлено, что на развитие городских агломераций влияет ряд факторов, которые оказывают как стимулирующее, так и сдерживающее воздействие. В частности, развитие городской агломерации напрямую зависит от: естественно-природных факторов, самодостаточности территориально-административных единиц субъектов Российской Федерации (как городов, так и более мелких населенных пунктов), инвестиционной привлекательности и т. д. Определено, что к наиболее значимым факторам, ограничивающим развитие городских агломераций, относятся слабая транспортная инфраструктура, удаленность от других крупных городов, сложные природно-климатические условия, наличие рисков для инвесторов и т. п.

В статье обозначено, что в сложившихся экономических и социально-политических условиях оценить развитие городских агломераций в Российской Федерации на перспективу достаточно сложно, что напрямую связано с отсутствием нормативно-правовой базы, позволяющей проводить закрепление границ существующих и создаваемых городских агломераций. Рассмотренные в статье городские агломерации формировались под влиянием различных факторов, определяющих привлечение в регион трудоспособного населения, что в свою очередь приводило к импульсу, направленному на создание благоприятных условий для создания крупных инфраструктурных объектов с целью развития определенной территории. Именно агломерации с высокой плотностью проживающего на их территории трудоспособного населения (Московская, Санкт-Петербургская, Казанская агломерации) имеют приоритет в развитии за счет наличия рабочей силы, в том числе высококвалифицированных кадров, которые привлекаются благодаря высокому уровню развитости инфраструктуры, как-то: сосредоточение научных центров, университетов, технопарков и пр. Также стоит отметить, что в определенных случаях развитие городских агломераций напрямую связано с отраслевой направленностью территориально-административных единиц субъектов Российской Федерации – сельскохозяйственной, промышленной, рекреационной и т. д.

Установлено, что для повышения эффективности развития городских агломераций на уровне субъектов Российской Федерации необходимо разрабатывать совместные межмуниципальные и межрегиональные проекты для реализации мероприятий, направленных на формирование единой транспортной инфраструктуры, градостроительной политики, создания рынка сбыта продукции и т. п.

На наш взгляд, развитие новых удаленных территорий Российской Федерации следует рассматривать через призму их экономической эффективности, которая может быть достигнута за счет промышленной составляющей данных регионов, в том числе добывающей промышленности, которая приносит существенные доходы региону и Российской Федерации в целом. Городские агломерации, располагающиеся на удалённых территориях, следует формировать за счет слияния городских округов, расположенных на территории субъекта Российской Федерации. Данный подход позволит за счет собственных доходов агломерации развивать социальную, научную, производственную и транспортную инфраструктуру, а также освоить большую часть труднодоступных и малоосвоенных регионов.

Список использованной литературы:

1. *Ворошилов Н.В.* Подходы к оценке развитости агломераций на территории России // Проблемы развития территории. 2019. № 4 (102). С. 40-54.
2. *Бухвальд Е.М.* Агломерации и проблемы их законодательного регулирования // Жилищные стратегии. 2021. Т. 8. № 1. С. 11-26.
3. *Одинцова А.В.* Проблемы развития агломераций в России // Федерализм. 2021. Т. 26. № 2 (102). С. 65-83.
4. *Колоскова А.А.* Проблемы и перспективы формирования агломераций на территории Российской Федерации // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2021. № 10-1. С. 34-40.

5. *Shaoqin Sun a, Xing Li*. Productive services agglomeration, financial development and regional innovation efficiency in the Yangtze River Economic Zone // Finance Research Letters. 2022. Vol. 50. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1544612322004263 (дата обращения: 12.02.2023).
6. *Соболев С.А., Леонтьева Л.С.* Проблемы и перспективы развития российский городских агломераций // Государственное управление. Электронный вестник. 2022. № 92. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-rossiyskih-gorodskih-aglomeratsiy (дата обращения: 12.02.2023).
7. *Feng Xu a, Zhanqi Wang a, Guangqing Chi b, Zhexi Zhang*. The impacts of population and agglomeration development on land use intensity: New evidence behind urbanization in China // Land Use Policy. 2020. Vol. 95. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837719323671 (дата обращения: 12.02.2023).
8. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/strategicheskoe_planirovanie_prostranstvennogo_razvitiya/strategiya_prostranstvennogo_razvitiya_rossiyskoy_federacii_na_period_do_2025_goda/ (дата обращения: 12.02.2023).
9. *Шмидт А.В., Антонюк В.С., Франчини А.* Городские агломерации в региональном развитии: теоретические, методические и прикладные аспекты // Экономика региона. 2016. № 3. С. 776-789.
10. Проект Федерального закона «О городских агломерациях». URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=PRJ&n=199079#Ai9HTTTq05mCq9851 (дата обращения: 12.02.2023).
11. Сайт «Федеральная служба государственной статистики». URL: https://rosstat.gov.ru/ (дата обращения: 12.02.2023).
12. Сайт «ЕМИСС. Государственная статистика». URL: https://www.fedstat.ru/ (дата обращения: 12.02.2023).

References:

1. Voroshilov N.V. Podhody k ocenke razvitosti aglomeracij na territorii Rossii [Approaches to assessing the development of agglomerations in Russia]. *Problemy razvitiya territorii* [Problems of Territory Development], 2019, no. 4 (102), pp. 40-54. (In Russian).
2. Buhval'd E.M. Aglomeracii i problemy ih zakonodatel'nogo regulirovaniya [Agglomerations and the problems of their legal regulation]. *Zhilishchnye strategii* [Housing Strategies], 2021, vol. 8, no. 1, pp. 11-26. (In Russian).
3. Odincova A.V. Problemy razvitiya aglomeracij v Rossii [Problems of agglomeration development in Russia]. *Federalizm* [Federalism], 2021, vol. 26, no. 2 (102), pp. 65-83. (In Russian).
4. Koloskova A.A. Problemy i perspektivy formirovaniya aglomeracij na territorii Rossijskoj Federacii [Problems and prospects for the formation of agglomerations in the Russian Federation]. *Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava* [Vestnik of the Altai Academy of Economics and Law], 2021, no. 10-1, pp. 34-40. (In Russian).
5. Shaoqin Sun a, Xing Li. Productive services agglomeration, financial development and regional innovation efficiency in the Yangtze River Economic Zone. *Finance Research Letters*, 2022, vol. 50. (In English) Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1544612322004263 (accessed 12.02.2023).
6. Sobolev S.A., Leont'eva L.S. Problemy i perspektivy razvitiya rossijskij gorodskih aglomeracij [Problems and prospects of development of Russian urban agglomerations]. *Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyj vestnik* [Public Administration. Electronic Bulletin], 2022, no. 92. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-rossiyskih-gorodskih-aglomeratsiy (accessed 12.02.2023).
7. Feng Xu a, Zhanqi Wang a, Guangqing Chi b, Zhexi Zhang. The impacts of population and agglomeration development on land use intensity: New evidence behind urbanization in China.

Land Use Policy, 2020, vol. 95. (In English) Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837719323671 (accessed 12.02.2023).
8. Strategy *for the Spatial Development of the Russian Federation until 2025* [Strategy for the Spatial Development of the Russian Federation until 2025]. (In Russian). Available at: https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/strategicheskoe_planirovanie_prostranstvennogo_razvitiya/strategiya_prostranstvennogo_razvitiya_rossiyskoy_federacii_na_period_do_2025_goda/ (accessed 12.02.2023).
9. Shmidt A.V., Antonyuk V.S., Franchini A. Gorodskie aglomeracii v regional'nom razvitii: teoreticheskie, metodicheskie i prikladnye aspekty [Urban agglomerations in regional development: theoretical, methodological and applied aspects]. *Ekonomika regiona* [Regional Economy], 2016, no. 3, pp. 776-789. (In Russian).
10. *Proekt Federal'nogo zakona «O gorodskih aglomeraciyah»* [Draft Federal Law “On Urban Agglomerations”]. (In Russian). Available at: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=PRJ&n=199079#Ai9HTTTq05mCq9851 (accessed 12.02.2023).
11. *Sajt «Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki»* [Website “Federal State Statistics Service”]. (In Russian). Available at: https://rosstat.gov.ru/ (accessed 12.02.2023).
12. *Sajt «EMISS. Gosudarstvennaya statistika»* [Website “EMISS. Government Statistics”]. (In Russian). Available at: https://www.fedstat.ru/ (accessed 12.02.2023).

Сведения об авторе / Information about author

Кваско Мария Александровна	аспирант 3-го курса направления подготовки «Экономика» Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Институт экономики и управления (структурное подразделение) 295000, Российская Федерация, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Горького, 8, кв. 9 m.kvasko@mail.ru
Kvasko Mariia Alexandrovna	postgraduate student of the 3nd year of the training direction “Economics” Crimean Federal University: V.I. Vernadsky, Institute of Economics and Management (structural subdivision) 295000, Russian Federation, Republic of Crimea, Simferopol, 8, Gorky str., apt. 9 m.kvasko@mail.ru

УДК 330.59:338.2-049.5 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.016**

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

УРОВЕНЬ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА

Аннотация. Вопросы падения уровня жизни населения в современных условиях являются одними из наиболее актуальных, вызванных как общеэкономическими проблемами, так и особенностями развития отдельных регионов. Сложность и неоднородность причин, требуют выработки неоднородных решений, имеющих комплексный научно обоснованный характер. Авторами отмечена взаимосвязь уровней жизни населения и экономической безопасности, имеющих сходные социально-экономические императивы. Двоякость причин, обусловленных как экономическими, так и психологическими составляющими, не позволяет применять меры государственного воздействия, ввиду их универсальности, и оторванности от региональных особенностей. Авторы акцентируют внимание на необходимости переосмысления заявленной проблематики с позиции мотивационных принципов, а также учета стоимости труда, с учетом современных реалий. Результаты проведенного исследования позволили выявить ряд ключевых моментов, позволяющих дать адекватную оценку взаимосвязи уровня жизни населения и его влияния на экономическую безопасность государства в целом.
Ключевые слова: уровень жизни, бедность, экономическая безопасность, нищета, производительность труда, государственная поддержка.

Kotenev A.D., Zhikrivetskaya Yu.V., Kryjevskaya N.N.

THE STANDARD OF LIVING OF THE POPULATION AS A FACTOR IN ENSURING THE ECONOMIC SECURITY OF THE STATE

Abstract. The issues of falling living standards of the population in modern conditions are among the most urgent, caused both by general economic problems and by the peculiarities of the development of individual regions. The complexity and heterogeneity of the causes require the development of heterogeneous solutions that have a complex scientifically substantiated character. The authors noted the relationship between the living standards of the population and economic security, which have similar socio-economic imperatives. The duality of the reasons, due to both economic and psychological components, does not allow the use of measures of state influence, due to their universality and isolation from regional characteristics. The authors focus on the need to rethink the stated issues from the standpoint of motivational principles, as well as taking into account the cost of labor, taking into account modern realities. The results of the study revealed a number of key points that allow an adequate assessment of the relationship between the standard of living of the population and its impact on the economic security of the state as a whole.
Keywords: standard of living, poverty, economic security, poverty, labor productivity, government support.

Введение. В современных условиях проблемы обеспечения приемлемого уровня жизни населения приобретают особую актуальность. Причинами данного явления следует назвать социально-экономическую ситуацию в стране, в общем, и в отдельных регионах в частности: стремительное ухудшение уровня материального положения граждан, вызванное потерей места работы или снижением уровня оплаты труда; закредитованность населения, связанную с необходимостью (желанием) решить возникающие бытовые проблемы; психологическую дезадоптацию, обусловленную происходящими миграционными процессами и другие. Наблюдается дальнейшая дифференциация уровня развития регионов, приводящая к невозможности в полной мере решать возникающие проблемы. В условиях продолжающихся

попыток преодоления последствий пандемии коронавируса, а также мероприятиями, направленными на усиление доли локализации отечественных производств, в рамках реализуемых направлений политики импортозамещения, меры социальной политики носят первостепенный характер и являются актуальными. Таким образом, уровень жизни населения государства выступает индикатором обеспечения экономической безопасности, требующий постоянного внимания со стороны органов власти.

Целью исследования является научно-теоретическое обоснование взаимосвязи уровня жизни населения с уровнем экономической безопасности государства, путем раскрытия экономической сущности явления, выявления причин и поиск оптимальных путей решения.

Материалы и методы исследования. Исследованием уровня жизни населения занималось значительное число ученых. Теоретической основой выступили работы отечественных ученых в области уровня жизни населения, проблем бедности, взаимосвязи уровня экономической безопасности и размера получаемого дохода, политики государства, направленной на преодоление социального расслоения общества.

В частности, работы Молчанова И.Н. [1] посвящены изучению уровня жизни и бедности населения; коллективами авторов выполнены динамический и статистический анализ качества жизни населения отдельных экономических субъектов [2-4]. В работах ученых отражено влияние бедности населения на национальную экономическую безопасность [5-8]. Подтверждение взаимосвязи уровня жизни населения и обеспечения экономической безопасности государства находит свое отражение в нормативно-правовых актах [9]. Табличный материал приведен на основе использования сведений Федеральной службы государственной статистики [10].

Подготовка материала осуществлялась на основе применения таких методов как сравнение, анализ, метода группировки, монографического и комплексного подходов к исследуемой проблеме.

Результаты исследования и их обсуждение. В указе Президента РФ «О стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» в качестве одной из базовых целей государственной политики в сфере обеспечения экономической безопасности государства является повышение уровня и улучшение качества жизни населения [9].

Проблематика, характеризующая уровень жизни населения, взаимосвязь доходов граждан с уровнем экономической безопасности государства нашла свое отражение в работах следующих авторов: А.М. Ляховецкого, О.Н. Мананниковой, И.Н. Молчанова, Е.И. Пискун, А.С. Кривенко, В.О. Левой и других.

В рамках изучения уровня жизни населения, необходимо проанализировать дефиниции «уровень жизни», «бедность», «потребность», определив их сущность и взаимосвязь, а также влияние на уровень экономической безопасности государства в условиях реализации социально-ориентированной политики.

Проводя оценку уровня жизни населения, по мнению И.Н. Молчанова, необходимо ориентироваться, прежде всего, на показатель прожиточного минимума, который характеризуется стоимостью потребительской корзины, содержащей набор продовольственных и непродовольственных товаров, жизненно необходимых человеку для обеспечения ряда потребностей, носящих первостепенный характер. Данный показатель является неоднородным в стоимостном измерении для субъектов государства и округов, причинами которой выступают не только социально-экономический уровень жизни, но и природно-климатические условия жизни, структура населения региона [1].

Дифференциация регионов, вызванная различиями социально-экономического, культурно-политического, природно-климатического характера, определяет необходимость поиска путей и направлений, обеспечивающих требуемый уровень развития, учитывающий особенности субъекта государства. Дефицит ресурсов, а также кризисность макроэкономической ситуации подталкивают к необходимости разработки комплекса мер, грамотное применение которых способствует нивелированию имеющихся явлений. Позиция

Пискун Е.И. и Камыниной А.А. сводятся к необходимости социального восстановления экономики, посредством решения инфраструктурных проблем [2].

Существующее неравенство по уровню доходов населения кардинальным образом оказывает влияние на все аспекты жизнедеятельности. Как справедливо отмечают Мананникова О.Н. и Потокина С.А., низкий доход не позволяет получить качественные услуги медицинского и образовательного характера, поучаствовать в культурных мероприятиях. В данной связи указанные авторы склонны к необходимости увеличения МРОТ, чей размер не позволяет удовлетворить даже физиологические потребности среднестатистического человека [5].

Характеризуя уровень жизни населения, Блохина И.М. и ряд других авторов указывают на комплексность данной категории, отождествляя ее с возможностью финансового обеспечения собственных запросов. Изучение уровня жизни является одинаково важным как на уровне государства, так и отдельного муниципалитета (территории), в рамках выработки приемлемых мер государственного регулирования (поддержки). Характеризуя уровень жизни населения, недостаточным является изучение средних доходов, так как данная информация не раскроет в полной мере ситуацию о благосостоянии. В данной связи целесообразным является применение показателя численности лиц с доходами ниже прожиточного минимума, а также удельный вес данной категории в структуре населения [4].

Характеризуя уровень жизни, Карпун Э.Н. и Латыпова И.А. сходятся во мнении о том, что он идентичен понятию бедности, как степени удовлетворения возникающих человеческих потребностей. Беря на себя обязательство по сокращению числа лиц, находящихся за чертой бедности, государство реализует социальную политику. Однако результаты анализа статистических данных демонстрируют обратный эффект, вызванный ростом числа лиц, чей уровень достатка ниже прожиточного минимума. Что не позволяет в полной мере обеспечить удовлетворение как физиологических, так и духовных потребностей [6].

Проблема низкого уровня жизни населения ряда регионов России, по мнению Вашаломидзе Е.В. и Дудина М.Н., кроется в низкой ценности труда, отражающейся в его стоимости. Государственная поддержка, предполагающая выделение финансовых ресурсов на выплату пособий, единовременной помощи, носит краткосрочный характер, и изменение ценности труда позволит решить проблему в корне. Кроме того, низкий уровень жизни приводит к замедлению роста производительности труда в связи с нежеланием человека к росту. Зарубежный опыт свидетельствует о наличие подходов к решению обозначенной проблемы – использования безусловного базового дохода, направленного на минимизацию проблем. Однако, его применение в России потребует внесения изменений в нормативно-правовые акты, изменения критериев бедности и пересмотра подходов в оценке стоимости труда [7].

По мнению Ляховецкого А.М., Кривенко А.С. и Левой В.О., уровень жизни населения имеет следующую структуру:

– первый уровень – «достаток», предполагающий неограниченное потребление благ человеком, с учетом его желания и культурно-исторических общностей жизни;

– второй уровень – «нормальный», в рамках которого население обеспечено возможностью потребления необходимых благ, с учетом научно-обоснованных норм, способствующих интеллектуальному и физическому развитию человека;

– третий уровень – «бедность», характеризуется дефицитом требуемых для нормальной жизнедеятельности благ;

– четвертый уровень – «нищета», предполагающий наличие благ, объем которых не позволяет удовлетворить физические и социальные потребности человека [3].

Характеристика теоретических подходов к определению уровня жизни населения позволила сформулировать авторский подход, основа которого базируется на экономико-психологическом императиве. Во-первых, низкий уровень жизни порожден макроэкономической нестабильностью в государстве; во-вторых, сформировавшаяся

практика необходимости государственного регулирования (поддержки) уровня жизни населения порождает стереотип о возможности гарантированных выплат; в третьих, неразвитость системы мотивации приводит к «усреднению» результатов, и как следствие к нежеланию развития личности; в четвертых, требуется корректировка современных подходов, применяемых в образовании, с целью ориентации обучающихся на конечный результат, учитывающий специфику выполняемого труда.

Проведем анализ уровня жизни населения на примере регионов СКФО. В таблице 1 приведен размер денежных доходов и расходов населения регионов СКФО по итогам 2022 года.

Таблица 1 – Размер денежных доходов и расходов населения регионов СКФО, руб.*

№ п/п	Наименование региона	Размер денежных доходов на душу населения	в % к 2021 году	Размер потребительских расходов на душу населения	в % к 2021 году	Размер реальных денежных доходов в % к 2021 году
1.	Ставропольский край	26656	110,5	25621	106,1	96,8
2.	Республика Дагестан	29943	110,8	27764	119,6	95,8
3.	Карачаево-Черкесская Республика	20159	108,1	13218	104,9	94,4
4.	Кабардино-Балкарская республика	26832	113,1	25738	122,5	100,1
5.	Республика Северная Осетия-Алания	27231	111,3	23943	115,4	96,7
6.	Чеченская республика	27023	112,5	20236	113,4	100,0
7.	Республика Ингушетия	18406	108,2	10820	119,5	92,7
8.	СКФО	27069	111,0	24023	114,0	96,9

* сведения приведены за 2022 год на основе данных ФСГС: https://www.gks.ru/ [10]

Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют о росте размеров доходов населения субъектов, входящих в СКФО в среднем на 10,7 %, что соотносится с общероссийскими показателями. Наибольшие значения демонстрируют Кабардино-Балкарская и Чеченская Республики – 13,1 % и 12,5 % соответственно. Однако, ситуация с ростом потребительских расходов в Кабардино-Балкарской Республике в 2022 году на 22,5 % не позволяет свидетельствовать о достигнутом положительном социальном эффекте. Кроме того, повышенный рост потребительских расходов отмечается в Республике Дагестан (19,6 %) и Республике Ингушетия (19,5 %). Причинами указанного роста расходов, по мнению авторов, являются рост платежей за коммунальные услуги в среднем на 9 %, увеличение стоимости товаров первой необходимости, изменение цен на услуги бытового характера. Важнейшей особенностью является соотношение представленных в таблице размеров денежных доходов и расходов населения, которое свидетельствует о возможности накопления, либо инвестиций. Так, наиболее оптимальным, по нашему мнению, является размер расходов в общем объеме доходов населения Карачаево-Черкесской и Кабардино-

Балкарской Республик – 0,65 и 0,58 соответственно.

На рисунке 1 отражено распределение общего объема денежных доходов населения Ставропольского края по 20-процентным группам.

Анализ представленных на рисунке 1 данных позволяет судить об изменениях в распределении денежных доходов между населением Ставропольского края. Так, авторы, проанализировав ситуацию за период с 2017 года по 2021 год, пришли к выводу, что денежные доходы населения региона незначительно выросли в отношении категории второй и третьей групп, при одновременном снижении численности граждан, относимых к пятой, наиболее богатой группе.

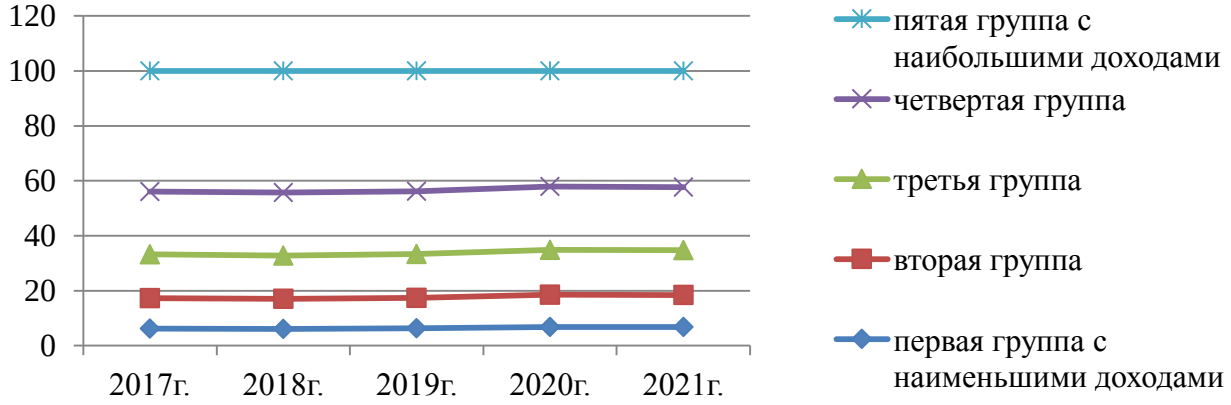


Рисунок 1 – Распределение общего объема денежных доходов населения Ставропольского края по 20-процентным группам*

* рисунок составлен авторами на основе данных ФСГС: https://www.gks.ru/ [10]

Причинами выявленных тенденций следует назвать развитие органами региональной власти предпринимательских инициатив, выделение финансовых ресурсов на поддержку малого и среднего бизнеса, а также улучшение регионального инвестиционного климата.

В таблице 2 приведены данные о номинальной начисленной среднемесячной заработной плате в регионах СКФО.

Таблица 2 – Номинальная начисленная среднемесячная заработная плата в регионах СКФО, руб.*

№ п/п	Наименование региона	Номинальная начисленная среднемесячная заработная плата одного работника		Реальная заработная плата в % к 2021 году
		руб.	в % к 2021 году	
1.	Ставропольский край	39955,5	110,3	97,4
2.	Республика Дагестан	33969,0	109,3	94,8
3.	Карачаево-Черкесская Республика	34456,3	109,1	95,8
4.	Кабардино-Балкарская республика	33467,4	108,0	95,7
5.	Республика Северная Осетия-Алания	34986,5	110,7	97,4
6.	Чеченская республика	32834,2	109,9	96,7
7.	Республика Ингушетия	31966,2	104,7	88,3
8.	СКФО	36106,6	109,7	-

* сведения приведены за 2022 год на основе данных ФСГС: https://www.gks.ru/ [10]

Изложенные в таблице 2 данные демонстрируют двоякую ситуацию: во-первых, наблюдается рост номинальной начисленной среднемесячной заработной платы во всех регионах СКФО, во-вторых, из-за стремительного роста цен размер реальной заработной платы демонстрирует снижение в среднем на 4,8 %. В данной связи увеличение среднемесячной заработной платы приводит к реагированию рынка, в рамках чего рост цен превышает индексацию заработной платы. Целесообразным является введение более действенного механизма государственного контроля за ценами.

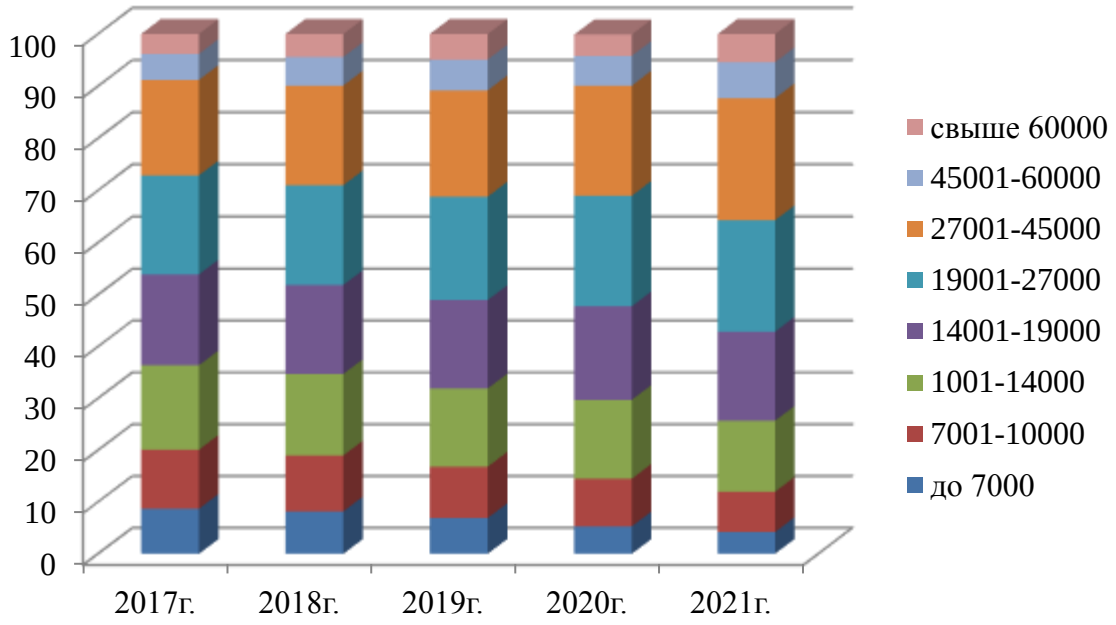


Рисунок 2 – Распределение населения Ставропольского края по величине среднедушевого денежного дохода, руб.*
* рисунок составлен авторами на основе данных ФСГС: https://www.gks.ru/ [10]

Анализ указанных на рисунке 2 данных о распределении населения Ставропольского края по величине среднедушевого денежного дохода позволяет сделать вывод о положительной тенденции роста благосостояния населения указанного региона. Так, в 2021 году по сравнению с 2017 годом увеличилась доля лиц с доходами 19001-27000 руб. на 1,4 %, 27001-45000 руб. на 5,1 %, 45001-60000 руб. на 1,3 %, свыше 60000 руб. на 1,6 %. Одновременно наблюдается снижение доли лиц, чей доход менее 7000 руб. в месяц с 8,7 % в 2017 году до 4,2 % в 2021 году. Рост среднедушевого дохода выступает свидетельством улучшения уровня жизни населения. Однако, важно не простое изменение дохода, а качественная составляющая – возможность приобретения необходимых товаров (работ и услуг) на получаемый доход. Кроме того, следует отметить роль государственной материальной поддержки отдельных категорий граждан – многодетных семей, лиц, чей доход ниже прожиточного минимума. Вместе с тем, адресные выплаты на детей, проведенные государством в 2021 году коренным образом не изменили ситуацию с уровнем жизни населения.

Выводы. Таким образом, проведенный анализ уровня жизни населения и его влияния на экономическую безопасность государства позволил сделать ряд выводов: во-первых, отсутствует единое понимание сущности уровня жизни населения, имеются лишь подходы, учитывающие факторы, влияющие на него; во-вторых, являясь комплексным понятием, уровень жизни населения затрагивает различные аспекты, включающие как сугубо экономическое понимание проблемы, так и психологию, отражающую социальную составляющую; в третьих, изменение уровня доходов населения за последние 5 лет

высветили косвенные проблемы, затрагивающие состояние экономической безопасности как отдельного хозяйствующего субъекта, так и региона (государства) в целом; в четвертых, важным аспектом в анализе уровня жизни населения выступает не сам размер доходов, а соотношение доходной и расходной частей.

Список использованной литературы:

1. *Молчанов И.Н.* Финансы домохозяйств, бедность и уровень жизни населения // Экономика. Налоги. Право. 2021. Т.14. № 2. С. 105-112.
2. *Пискун Е.И., Камынина А.А.* Динамический анализ факторов влияния на уровень жизни города Севастополя // Хроноэкономика. 2021. № 2 (30). С. 67-74.
3. *Ляховецкий А.М., Кривенко А.С., Левая В.О.* Статистический анализ уровня жизни населения Краснодарского края // Естественно-гуманитарные исследования. 2022. № 41(3). С. 466-469.
4. *Блохина И.М., Брык В.Ю., Зеленская А.М., Никитенко С.В.* Оценка уровня жизни населения России // Вестник Академии знаний. 2022. № 3. С. 410-416.
5. *Мананникова О.Н., Потокина С.А.* Качество жизни населения в новых реалиях: пути развития // Sciences of Europe. 2021. № 62-3. С. 38-39.
6. *Карпун Э.Н., Латыпова И.А.* Бедность населения как индикатор национальной экономической безопасности // IN SITU. 2022. № 4. С. 13-17.
7. *Вашаломидзе Е.В., Дудин М.Н.* Производительность труда, уровень и качество жизни населения России: динамика изменений и современные тенденции взаимовлияния // Социально-трудовые исследования. 2022. № 4 (49). С. 49-60.
8. *Белорус Л.А., Сушко Н.А.* Разработка методики оценки системы экономической безопасности предприятия // Вестник КГМТУ. 2022. № 4. С. 441-452.
9. О стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года: указ Президента РФ № 208 от 13.05.2017 г. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71572608/?ysclid=lesfqg8zhk324085276 (дата обращения: 10.02.2023).
10. Сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/ (дата обращения: 17.02.2023).

References:

1. Molchanov I.N. Finansy domokhozyaystv, bednost' i uroven' zhizni naseleniya [Household finances, poverty and the standard of living of the population]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo* [Economics. Taxes. Right], 2021, vol. 14, no. 2, pp. 105-112. (In Russian).
2. Piskun Ye.I., Kamynina A.A. Dinamicheskiy analiz faktorov vliyaniya na uroven' zhizni goroda Sevastopolya [Dynamic analysis of factors influencing the standard of living of the city of Sevastopol]. *Khronoekonomika* [Chronoeconomics], 2021, no. 2 (30), pp. 67-74. (In Russian).
3. Lyakhovetskiy A.M., Krivenko A.S., Levaya V.O. Statisticheskiy analiz urovnya zhizni naseleniya Krasnodarskogo kraya [Statistical analysis of the standard of living of the population of the Krasnodar Territory]. *Yestestvenno-gumanitarnyye issledovaniya* [Natural Humanitarian Research], 2022, no. 41 (3), pp. 466-469. (In Russian).
4. Blokhina I.M., Bryk V.Yu., Zelenskaya A.M., Nikitenko S.V. Otsenka urovnya zhizni naseleniya Rossii [Assessment of the standard of living of the population of Russia]. *Vestnik Akademii znaniy* [Bulletin of the Academy of Knowledge], 2022, no. 3, pp. 410-416. (In Russian).
5. Manannikova O.N., Potokina S.A. Kachestvo zhizni naseleniya v novykh realiyakh: puti razvitiya [The quality of life of the population in the new realities: ways of development]. *Sciences of Europe* [Sciences of Europe], 2021, no. 62-3, pp. 38-39. (In Russian).
6. Karpun E.N., Latypova I.A. Bednost' naseleniya kak indikator natsional'noy ekonomicheskoy bezopasnosti [Poverty of the population as an indicator of national economic security]. *IN SITU*

[IN SITU], 2022, no. 4, pp. 13-17. (In Russian).
7. Vashalomidze Ye.V., Dudin M.N. Proizvoditel'nost' truda, uroven' i kachestvo zhizni naseleniya Rossii: dinamika izmeneniy i sovremennyye tendentsii vzaimovliyaniya [Labor productivity, the level and quality of life of the population of Russia: the dynamics of changes and current trends in mutual influence]. *Sotsial'no-trudovyye issledovaniya* [Social and Labor Research], 2022, no. 4 (49), pp. 49-60. (In Russian).
8. Belorus L.A., Sushko N.A. Razrabotka metodiki otsenki sistemy ekonomicheskoy bezopasnosti predpriyatiya [Development of a methodology for assessing the system of economic security of an enterprise]. *Vestnik KGMTU* [Bulletin of KSMTU], 2022, no. 4, pp. 441-452. (In Russian).
9. Russian Federation. Decree of the President Russian Federation № 208 of May 13, 2017, *O strategii ekonomicheskoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda* [On the economic security strategy of the Russian Federation for the period up to 2030]. (In Russian). Available at: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71572608/?ysclid=lesfqg8zhk324085276 (accessed 10.02.2023).
10. *Sayt Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki* [Site of the Federal State Statistics Service]. (In Russian). Available at: https://rosstat.gov.ru/ (accessed 17.02.2023).

Сведение об авторах / Information about authors

Котенев Александр Дмитриевич	д-р экон. наук, доцент, начальник кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД России 355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 43 kot_sasha81@mail.ru
Kotenev Aleksandr Dmitrievich	Dr. Sci. (Econ.), Associate professor, Chief of the Department of socio-economic and humanitarian disciplines Stavropol Branch of the Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of Russia 355000, Stavropol, Kulakov ave., 43 kot_sasha81@mail.ru
Жикривецкая Юлия Владимировна	канд. филос. наук, 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, 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
Крыжевская Наталья Николаевна	канд. псих. наук, профессор кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин Ставропольский филиал Краснодарского университета МВД России 355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 43
Kryjevskaya Natalya Nikolaevna	Ph.D. (Psych.), 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 338.2(470.26) **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.017**

Мнацаканян А.Г., Харин А.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОСТУПНОСТИ РЫБОПРОДУКТОВ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ: ЦЕНОВОЙ АСПЕКТ

Аннотация. Цены на продукты питания во многом определяют доступность этих товаров и, следовательно, выступают важнейшим элементом продовольственной безопасности. Целью статьи является исследование закономерностей и особенностей изменения цен на одну из базовых групп продовольственных товаров – рыбные товары, которые в силу объективных причин, должны занимать значимое место в рационе питания жителей приморского региона России – Калининградской области. Для этого в динамике розничных цен на рыбопродукты выделяется краткосрочный компонент, который авторы, следуя положениям классической концепции продовольственной безопасности, рассматривают в качестве дестабилизирующего фактора. Полученные в ходе исследования результаты позволяют качественно и количественно оценить одну из составляющих продовольственной безопасности – экономическую доступность рыбопродуктов для жителей области, служат объяснению причин, влияющих на этот параметр, и могут стать основой для разработки соответствующих компенсационных мероприятий.
Ключевые слова: рыбные товары, цены, волатильность, доступность, продовольственная безопасность

Mnatsakanyan A.G., Kharin A.G.

A STUDY OF THE PRICE AVAILABILITY OF FISH PRODUCTS IN THE KALININGRAD REGION

Abstract. Food prices have a strong impact on food availability and therefore are a critical element of food security. The purpose of the paper is to study the patterns and features of price changes for one of the basic groups of food products – fish products. These goods should objectively occupy a significant place in the diet of residents of the coastal region of Russia - the Kaliningrad region. To do this, a short-term component is distinguished in the dynamics of retail prices for fish products. Following the provisions of the classical concept of food security, we consider this component as a destabilizing factor. The results of our study allow us to evaluate one of the components of food security - the economic availability of fish products for the inhabitants of the region, serve to explain the reasons that affect this parameter, and can become the basis for the development of appropriate compensatory measures.
Keywords: fish products, prices, volatility, availability, food security.

Введение. Цена является одной из базовых категорий экономики. Она лежит в основе многих теоретических концепций и служит инструментом, широко используемым при принятии решений на всех уровнях управления. Цена также выполняет важную социальную функцию, во многом определяя экономическую доступность товаров и услуг.

Среди потребительских товаров особое место занимает продовольствие, выступающее фундаментом жизни и благосостояния людей. Цены на продовольственные товары неизменно находятся в центре общественного внимания. При этом важны не только уровень, но и изменения цен. Нестабильность, выражающаяся в резких колебаниях цен, порождает неопределенность в отношении их будущего уровня в представлениях участников рыночных отношений, что угрожает неоптимальностью принимаемых ими решений по сравнению с теми, которые возможны в стабильных ценовых условиях.

Не все изменения цен одинаковы. Необходимо различать долгосрочные, относительно предсказуемые ценовые тенденции, и краткосрочные, порой, спорадические изменения цен [1]. В то время для исследования первой – трендовой составляющей изменчивости существует

обширное методическое обеспечение, изучение второго ее элемента, носящего краткосрочный характер, пока не имеет универсального инструментария, из-за чего в каждом случае требуется индивидуальный выбор решения.

Целью исследования является поиск закономерностей и особенностей в изменении цен на одну из базовых групп продовольственных товаров – рыбные товары, которые в силу объективных причин, должны занимать значимое место в рационе питания жителей Калининградской области. Для этого в динамике розничных цен на рыбопродукты выделяется и исследуется краткосрочный компонент. Следуя положениям классической концепции продовольственной безопасности [2, 3], мы рассматриваем данный элемент ценовой нестабильности в качестве фактора, создающего угрозу продовольственной безопасности региона. Актуальность исследования определяется особым значением стабильности цен на продовольствие в условиях Калининградской области – приморского, изолированного от основной части страны региона РФ, на состоянии продуктового рынка которого сильно отражается эскалация торгово-экономических ограничений. Полученные в ходе выполнения работы результаты позволяют качественно и количественно оценить одну из составляющих продовольственной безопасности – экономическую доступность рыбопродуктов для жителей области, служат объяснению причин, влияющих на этот параметр, и могут стать основой для разработки соответствующих компенсационных мероприятий.

Материалы и методы исследования. Термин «волатильность» обычно применяется для описания процесса изменения цены относительно некоего ее долгосрочного уровня или ценового тренда [4]. Существуют различные типы волатильности цен. Это могут быть как изменения долгосрочного характера и колебания, связанные со среднесрочным циклом деловой активности, так и краткосрочная волатильность. Последний тип волатильности, также называемый термином «ценовой скачок», обычно связывается с быстрым и, как правило, непредвиденным изменением цены под воздействием некоего шокового события [5]. Такие скачки часто имеют долгосрочные негативные последствия. Они не только, порой, приводят к экстремальным значениям цен, серьезно дестабилизирующим систему рыночных отношений, но и могут служить своего рода «ускорителями» и «якорями» инфляции, задающими и фиксирующими ее новые, более высокие темпы.

Выделение двух базовых составляющих в динамике цен подсказывает целесообразность ее декомпозиции, во-первых, на трендовый компонент, обусловленный действием долгосрочных факторов и, возможно, отчасти связанный со среднесрочной цикличностью развития экономики и, во-вторых, на краткосрочную изменчивость, необъяснимую тенденцией или циклами. Хотя дифференциация элементов волатильности может быть выполнена различными методами и нет убедительных доказательств преимущества какого-либо из них [6], одной распространенных метрик является расчет дисперсии или стандартного отклонения изменения наблюдаемого параметра в течение определенного периода времени. В случае анализа цен на продовольствие иногда бывает достаточно вычислить только данный показатель, чтобы сделать вывод о характере изменений [7]. Очевидными преимуществами этого способа являются простота и наглядность, однако он не всегда позволяет выявить ключевые события, повлиявшие на динамику цен и, тем более, до конца понять механизмы их действия. Для решения этой задачи рекомендуется применять более сложные алгоритмы и методы исследований.

На выбор метода исследования также влияют свойства используемой информации. Данная особенность приобретает решающее значение в российских условиях, поскольку непостоянство и хаотичность многих процессов, происходящих в отечественной экономике, сильно затрудняют сбор, систематизацию и обработку ее ценовых характеристик. Отдельной проблемой является низкое качество статистической информации, погрешности которой могут приводить к неверным выводам. В этих условиях многие методы анализа, хорошо себя зарекомендовавшие в исследованиях относительно стабильных и имеющих длительную историю статистических наблюдений экономических процессов, оказываются несостоятельными. Часто применение сложных методов и инструментов в российских реалиях

менее эффективно, чем использование простых алгоритмов, основанных на логике эвристического мышления, подкрепленной общепризнанными технологиями статистического анализа [8]. Мы полагаем, что для изучения закономерностей цен на рыбном рынке в российских регионах в настоящее время целесообразен именно такой подход.

Результаты исследования и их обсуждение. Объектом исследования выступают наиболее востребованные отечественными потребителями продовольственные товары, входящие в статистическую группу «Рыба и морепродукты», а именно: рыба мороженая неразделанная и разделанная, кроме лососевых пород, рыба охлажденная и мороженая разделанная лососевых пород, филе рыбное, рыба соленая, маринованная, копченая, сельдь соленая, консервы рыбные натуральные и с добавлением масла, консервы рыбные в томатном соусе. Анализируются номинальные розничные цены за 1 кг (рыбопродукты) или за 350-граммовую банку (консервы) исследуемых товаров в региональном разрезе, сведения о которых получены из общедоступной базы данных Росстата [9]. Большинство наборов данных по исследуемым товарам охватывают период с 2003 по 2022 гг. Используются данные на конец года (цены на декабрь соответствующего года, кроме 2022 г., для которого использованы цены за ноябрь).

Прежде чем преступить к изучению волатильности цен на рыбопродукты, выясним, как выглядит общая динамика этих цен. На рисунке 1 приведены результаты расчетов показателя кумулятивного изменения (индексов) розничных цен на некоторые из выбранных товаров в течение 2003-2022 гг.

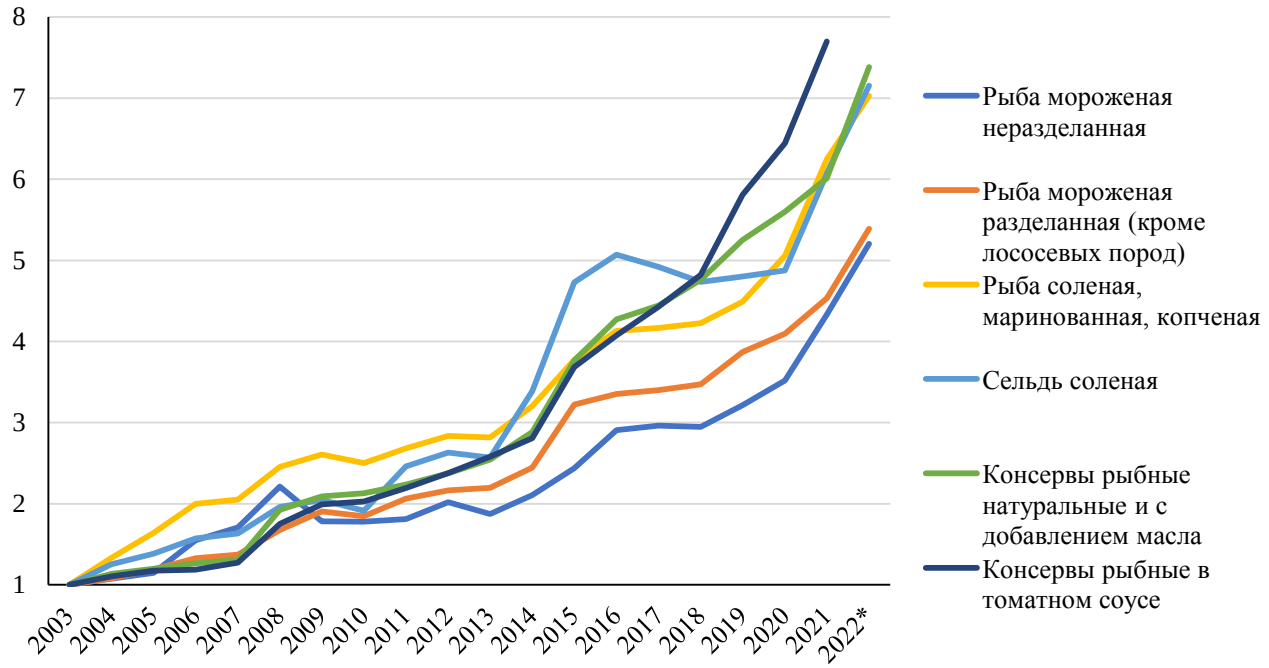


Рисунок 1 – Накопленные индексы цен на рыбные товары в Калининградской области
Примечание: Кумулятивный индекс цен рассчитан как произведение индексов номинальных розничных цен на конец года. Источник: ЕМИСС/Росстат, расчеты авторов

Данные рисунка 1 позволяют говорить о фрагментации регионального рынка рыбопродуктов по темпам роста цен на две товарные группы. Первую группу быстрорастущих в цене товаров составляют продукты с относительно высокой степенью переработки, например, такие как, консервы, а также соленая, маринованная и копченая рыба. Вторую, относительно медленнорастущую в цене группу образуют полусырьевые рыбные товары – мороженая разделанная и неразделанная рыба. Отметим также, что на фоне перманентного повышения цен заметна их нестабильность. В динамике цен присутствуют колебания разной интенсивности и направленности.

Общее представление о характере изменения цен на рыбопродукты в Калининградской

области можно получить путем сравнения накопленных индексов средней цены на корзину рыбопродуктов в регионе и в целом по РФ (рис. 2). Чтобы выявить тенденцию изменения данных показателей с помощью программного продукта Microsoft Excel получена аппроксимирующая функция, достаточно точно описывающая процесс (коэффициент достоверности аппроксимации составляет 0,97). Линия тренда индекса средних цен, задаваемая аппроксимирующей функцией отображена на рисунке 2 пунктиром. Судя по виду полученной трендовой модели, динамика цен на исследуемый набор рыбопродуктов выглядит как монотонно ускоряющийся процесс. Видно также, что средняя цена на рыбопродукты в Калининградской области в основном повторяет траекторию аналогичного общероссийского показателя.

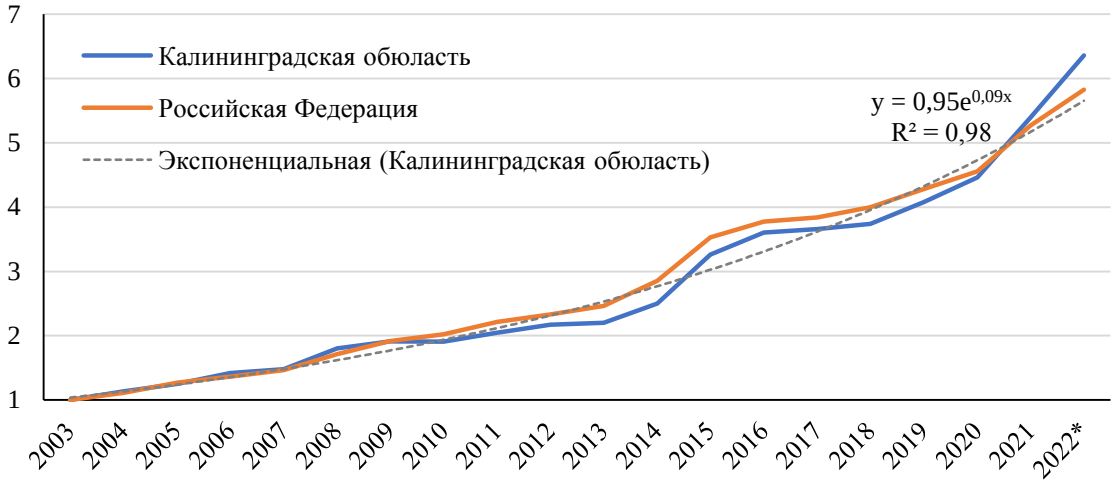


Рисунок 2 – Накопленный индекс средних цен на набор рыбопродуктов в Калининградской области и в Российской Федерации
Примечание: Для расчета индекса средней цены использованы медианные значения индексов цен на отдельные товары, входящих в «рыбную корзину». Источник: Росстат/ЕМИСС, расчеты авторов

Для оценки того, как изменения цен влияют на доступность рыбопродуктов для жителей региона воспользуемся одним из стандартных приемов исследования сложных временных рядов – техникой детрендирования. Строго говоря, корректный выбор и применение этой техники при исследовании столь многогранного и неоднозначного явления, каковым является процесс формирования рыночных цен – сложная задача, требующая нетривиального подхода к ее решению. Однако в нашем случае допустимо использование упрощенного метода линеаризации, т.е. приближённого представления нелинейного процесса путем замены на линейный аналог, в некотором смысле ему эквивалентный. Поскольку, как показано выше, динамика цен на рыбопродукты в РФ и в Калининградской области довольно точно описывается уравнениями регрессии экспоненциального вида, линеаризация может быть выполнена путем логарифмирования цен. Кроме того, удалению тренда посредством элиминирования некоторых общих факторов роста цен (например, таких как: общестрановая продовольственная инфляция, обменный курс, специальные меры внешнеторговой политики и др. [10]) служит процедура нормализации (нормирования), результатом которой становится выявление относительных региональных цен. С учетом вышеизложенного, линеаризованная относительная цена на *i*-й товар рассчитывается по формуле 1:

$$p_{iK}^{*} = \frac{\ln(p_{iK})}{\ln(p_{iR})}, \quad (1)$$

где p_{iK} – номинальная цена на *i*-й товар в Калининградской области;
p_{iR} – номинальная цена на *i*-й товар в среднем по Российской Федерации.

Применение нормализованных логарифмических цен позволяет выделить в динамике цен краткосрочную волатильность и значительно упрощает последующий анализ.

На рисунке 3 отображены графики линеаризованных и нормированных относительно среднероссийских уровней цен на товары в Калининградской области, входящие в рассматриваемую корзину рыбопродуктов.

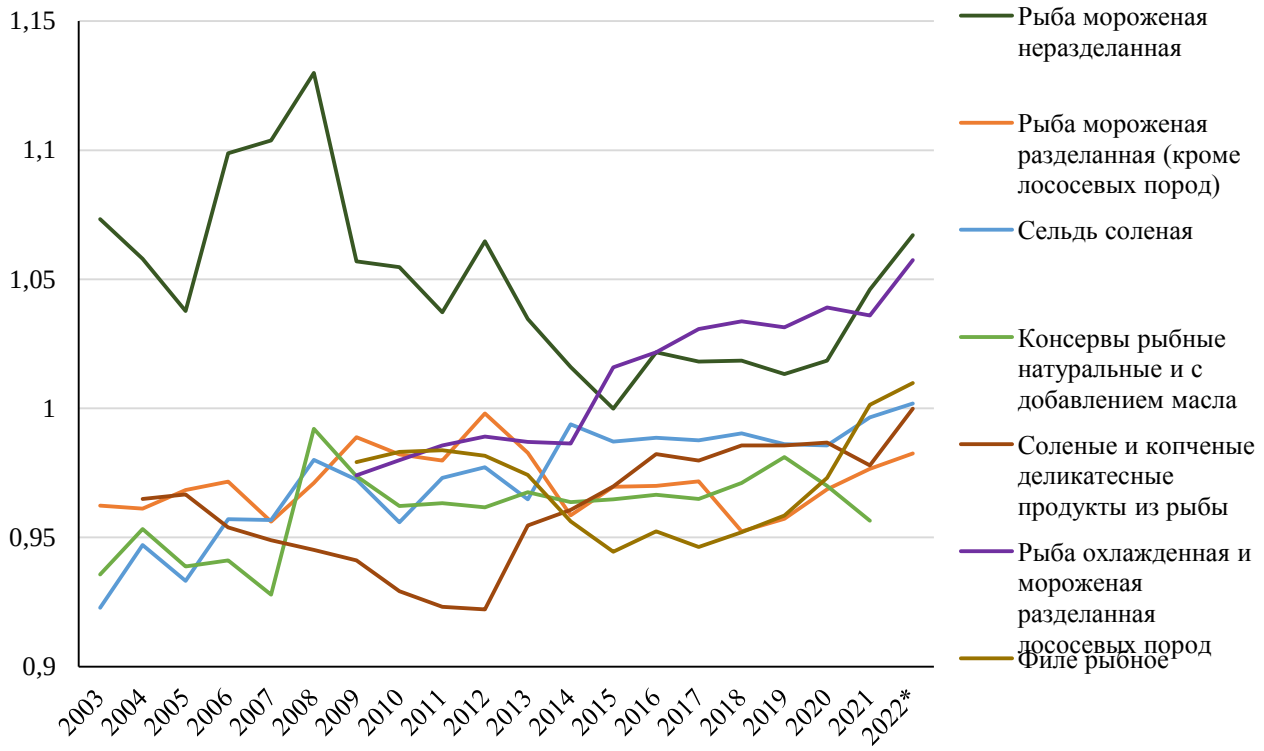


Рисунок 3 – Линеаризованные относительные цены на рыбные товары в Калининградской области

Источник: Росстат/ЕМИСС, расчеты авторов

Расчет относительных цен позволяет разгруппировать региональную рыбную корзину по признаку соотношения с уровнем РФ. Согласно этому, в одну группу входят товары, цены на которые в последние годы устойчиво превышали среднероссийский уровень. К их числу относятся: мороженая неразделанная рыба, а также рыба лососевых пород. Другую группу образуют товары, относительные цены на которые близки к среднероссийским, такие как: рыбное филе, сельдь соленая, рыбные деликатесы, разделанная мороженая рыба и рыбные консервы. Резкий рост номинальных цен на рыбопродукты в 2014-2015 гг. почти не отразился на динамике относительных цен в Калининградской области (за исключением рыбы лососевых пород и, отчасти, деликатесной продукции). Это указывает, что причиной данного скачка цен были в основном не региональные, а общестрановые факторы – общая продовольственная инфляция в РФ и опережающий ее рост цен на рыбные товары, вызванный комплексом причин [11]. В тот период наличие относительно дешевого сырья, обусловленное выгодным (на тот момент) географическим положением региона, сыграло роль стабилизатора региональных цен на многие виды рыбной продукции.

Относительные цены могут служить основой для оценки доступности рыбопродуктов. Для этого изучим краткосрочную волатильность цен на различные виды рыбопродуктов, воспользовавшись стандартными инструментами дисперсионного анализа. Исходными данными выступают линеаризованные относительные цены на рыбопродукты в Калининградской области, а значения показателей рассчитываются с помощью встроенных статистических функций программного продукта Microsoft Excel. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет волатильности относительных цен на рыбные товары в Калининградской

области

Наименование товаров	Коэффициенты		
	стандартного отклонения	вариации	осцилляции
Рыба мороженая неразделанная	0,034	0,033	0,124
Консервы рыбные в томатном соусе	0,026	0,027	0,097
Рыба охлажденная и мороженая разделанная лососевых пород	0,027	0,027	0,082
Соленые и копченые деликатесные продукты из рыбы	0,023	0,024	0,081
Сельдь соленая	0,022	0,022	0,081
Консервы рыбные натуральные и с добавлением масла	0,021	0,021	0,096
Филе рыбное	0,020	0,021	0,067
Рыба соленая, маринованная, копченая	0,018	0,017	0,054
Рыба мороженая разделанная (кроме лососевых пород)	0,012	0,012	0,047

Источник: расчеты авторов

На горизонте последних двух десятков лет различные виды рыбопродуктов демонстрировали существенно различающуюся волатильность цен. Судя по показателям относительного и абсолютного разброса, наиболее неустойчивыми в этот период были цены на мороженую неразделанную рыбу – товар, относящийся к группе социально значимых и востребованных продуктов питания. В тоже время сравнительную устойчивость к ценовым шокам показывал другой наиболее востребованный отечественными потребителями рыбный товар – мороженая разделанная рыба, на долю которой, по оценке, приходится не менее 35 % общего потребления рыбо- и морепродуктов в РФ [12].

Значения коэффициента вариации относительных цен на рыбные товары в Калининградской области имеет смысл сравнить с аналогичными показателями Северо-Западного федерального округа, в состав которого входит область (рис. 4).

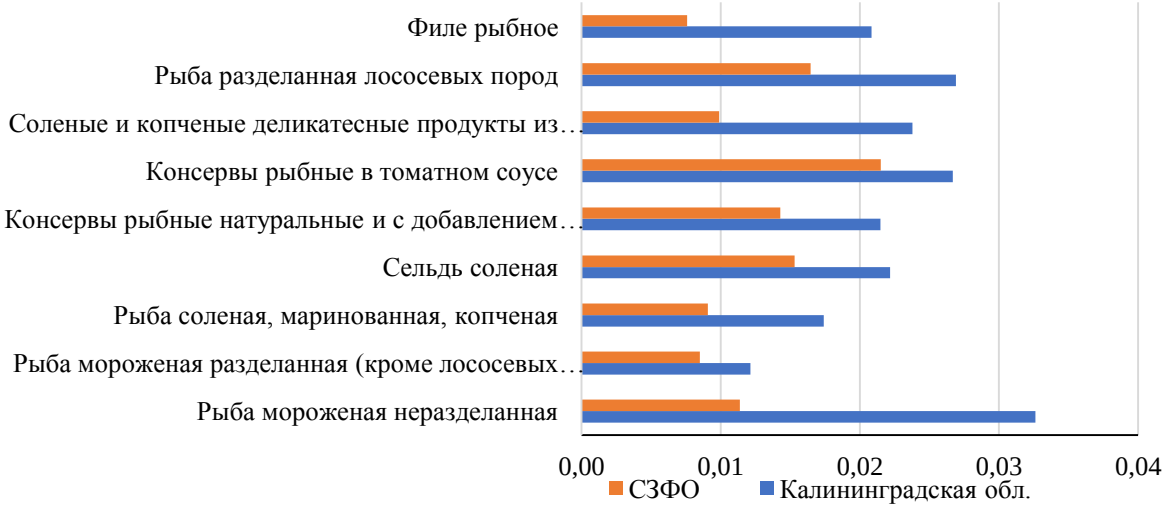


Рисунок 4 – Коэффициент вариации относительных цен на рыбопродукты в Калининградской области и в СЗФО
Источник: расчеты авторов

Относительные цены на все виды рыбопродуктов в Калининградской области менее стабильны, чем в среднем по СЗФО. На этом фоне наиболее устойчивой выглядит цена на самый массовый продукт рыбной группы – мороженую разделанную рыбу. Наличие потенциального спроса на этот товар и, как отмечалось ранее, экономико-географические особенности региона (близость сырьевой базы в Северо-Западной Атлантике и на Балтике, наличие морских портов, развитые рыболовство, рыбопереработка и торговля) выступали факторами, стабилизирующими его предложение и, как следствие, цену. Аналогичный (хотя

с некоторым оговорками) вывод можно сделать и в отношении других пользующихся спросом товаров – рыбных консервов и сельди соленой. Напротив, ограниченный спрос способен нивелировать экономико-географические преимущества региона, что отрицательно сказывается на стабильности цен на ряд товаров. Помимо этого, в тех случаях, когда товары или сырье поставляются из других регионов РФ, транспортно-логистический фактор приводит к непредсказуемым издержкам и, как следствие, высокой волатильности цен. Вероятно, в ближайшей перспективе из-за нарастания проблем в трансграничной логистике грузов между областью и другими регионами РФ следует ожидать усиления негативного влияния данного фактора на цены. В условиях ограниченного спроса это ведет к дальнейшему ускорению роста цен на все виды рыбопродуктов (через механизм трансляции цен [13, 14]), уже обозначившемуся в 2022 г.

Поскольку продукты из рыбы входят в перечень продовольственных товаров, имеющих важное значение для обеспечения продовольственной безопасности нашей страны [15] и, в свою очередь, одним из столпов концепции продовольственной безопасности является понятие экономической доступности продовольствия, интерес представляет, насколько цены на рыбопродукты в Калининградской области соответствуют критериям доступности. Хотя российским законодательством такие критерии не установлены, общепризнанным признаком доступности товара в рыночной экономике служит уровень его потребления (до определенного верхнего предала). Очевидна также прямая связь между доходами потребителей и уровнем потребления товара. Помимо этого, на потребление и, следовательно, на доступность товара влияет его цена.

Таким образом, чтобы приблизительно оценить уровень экономической доступности рыбопродуктов и на этой основе судить о состоянии данного аспекта продовольственной безопасности региона достаточно определить, как цены влияют на потребление продуктов жителями региона. Наиболее простым способом решения этой задачи является использование официальных данных о покупательной способности доходов населения[1]. На рисунке 5 приведены статистические сведения о покупательной способности среднедушевых денежных доходов населения Калининградской области применительно к одному, наиболее востребованному рыбному товару – мороженой разделанной рыбе, а также дано сравнение этого показателя со среднероссийским уровнем (правая шкала).

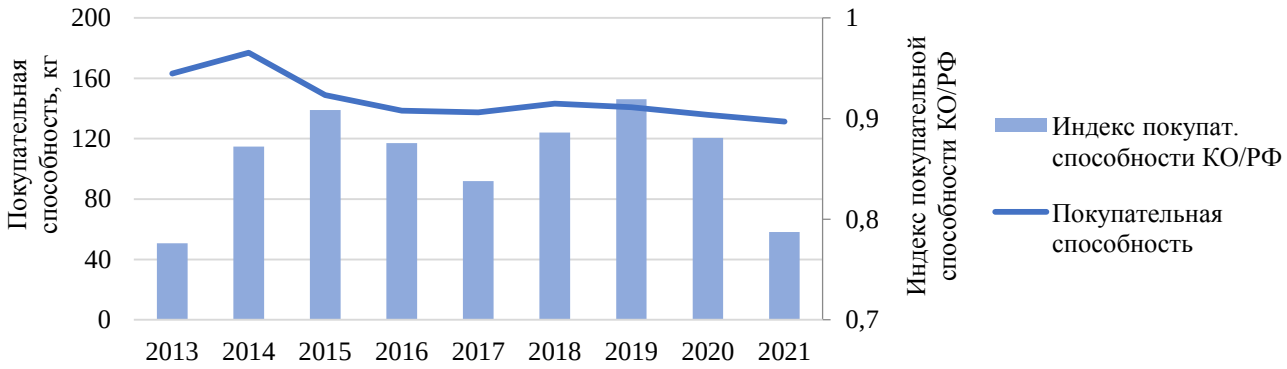


Рисунок 5 – Абсолютная и относительная покупательная способность среднедушевых денежных доходов населения Калининградской области для товара «Рыба мороженая разделанная (кроме лососевых пород)»
Примечание: Индекс покупательной способности КО/РФ рассчитан как отношение показателя покупательной способности доходов населения области и аналогичного показателя в целом по РФ. Источник: Росстат/ЕМИСС, расчеты авторов

Анализ представленной информации позволяет заключить, что несмотря на наличие в Калининградской области большого потенциала для производства многих видов

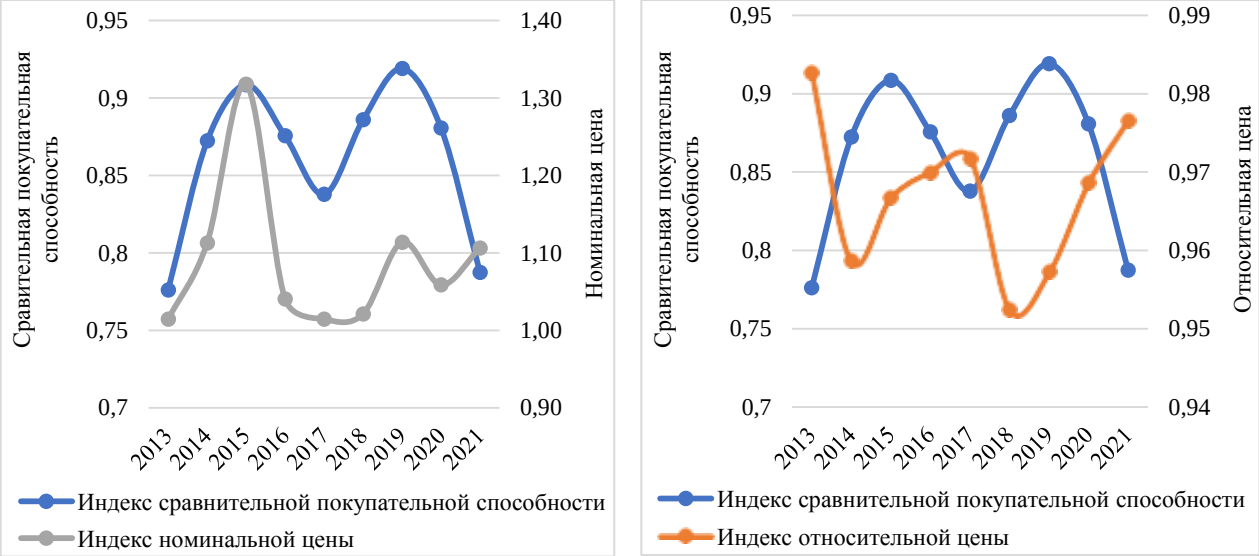
[1] Недостатком этого способа является его нереалистичность – предполагается, что индивид расходует весь свой денежный доход на покупку какого-либо одного товара.

рыбопродуктов, изделия из рыбы имеют невысокую и убывающую доступность для жителей региона. Данные по одному из самых массовых рыбных товаров – мороженой разделанной рыбе указывают на последовательное сокращение покупательной способности калининградских потребителей этого продукта (левая шкала на рис. 5). Сравнение величин показателя в Калининградской области со среднероссийскими значениями с помощью индекса покупательной способности (сравнительной доступности) также не в пользу региона – в 2021 году, как и 8 лет до этого, доходы среднего калининградца позволяли ему купить на 20 % меньше рыбы, чем среднему россиянину (правая шкала на рис. 5). Аналогичная ситуация складывается и по другому популярному рыбному товару – мороженой неразделанной рыбе, уровень доступности которой в Калининградской области в среднем за последние 8 лет не превышал 75 % от среднероссийского. При том, что данный товар в силу невысоких номинальных цен традиционно относится к категории социально значимых, будучи основным рыбным продуктом для малообеспеченных групп населения [16]. Отметим, что использование альтернативной информации, сообщаемой территориальным органом Росстата по Калининградской области, дает еще более низкий уровень покупательской способности для товара «Рыба мороженая (без деликатесной)» – менее 70 % от федерального [17].

Если основываться на данных областной статистики, считающей, что потребительские расходы на продукты питания одного члена домохозяйств области в 2021 году составляли 6779 руб. в месяц [17], то при среднероссийской доле расходов на рыбопродукты в 2,2 % всех потребительских расходов, рыбная корзина среднего калининградца стоимостью 140,14 руб./мес. могла бы включать: либо 0,6 кг мороженой разделанной или неразделанной рыбы, либо 1 кг живой или охлажденной рыбы, либо 0,1 кг деликатесных рыбопродуктов, либо 0,6 кг соленой сельди, либо 1,3 350-граммовой банки рыбных консервов, либо некую комбинацию из долей перечисленных товаров. Полученная подобным образом оценка текущего уровня потребления рыбопродуктов в регионе явно не соответствует норме потребления, рекомендованной Минздравом РФ, которая равна 22 кг на человека в год [18]. Причиной такого несоответствия, на наш взгляд, является низкая экономическая доступность рыбопродуктов, во многом обусловленная их ценами[2]. Для большинства калининградцев рыбопродукты остаются малодоступными по финансовым соображениям.

Определенный вклад в невысокую и ухудшающуюся доступность рыбопродуктов для населения области вносят ценовые шоки. Механизм влияния этих шоков на доступность сложен. В то время как существует прямая причинно-следственная связь между покупательной способностью и номинальными ценами на рыбу (ее изменения синхронны изменениям цен, за исключением 2021 г. – см. рис. 6а), влияние относительных цен на доступность неординарно (рис. 6б). Так, например, анализ движения индексов относительных цен и сравнительной доступности рыбопродуктов в Калининградской области обнаруживает эффект неодинакового влияния разнонаправленных колебаний относительных цен на покупательную способность населения региона. Судя по значениям индексов, в то время как рост относительной цены быстро приводит к сокращению покупательной способности, снижение этой цены довольно медленно трансформируется в рост покупательной способности. По приблизительной оценке, эластичность индекса сравнительной покупательной способности по индексу относительной цены данного товара в случае роста цены оказывается в 2 раза выше, чем в случае ее уменьшения (3,6 против 1,6 в среднем за 2013-2020 гг.). Интересной особенностью товара также является свойство инерционности – существует своего рода паттерн «удержания доступности», в рамках которого рост покупательной способности продолжается еще в течение некоторого времени (примерно одного года) после начала нового цикла роста цен, как это было, например, в 2015 и 2019 гг. (рис. 6б). Причины этого феномена заслуживают отдельного изучения, поскольку он вряд ли может быть объяснен только логикой экономического анализа, к тому же, основанной лишь на официальной информации.

[2] Другими объяснениями этого несоответствия могут быть отсутствие традиций потребления рыбы (что маловероятно, учитывая географию и историю региона), либо недостоверность данных региональной статистики.



(а) (б)

Рисунок 6 – Динамика индексов сравнительной покупательной способности, номинальной (а) и относительной (б) цены для товара «Рыба мороженая разделанная (кроме лососевых пород)»

Источник: расчеты авторов

Следует отметить, что обнаруженный эффект, когда снижение цены на продовольствие сопровождается замедленной реакцией конечного потребителя, в то время как повышение цены вызывает куда более быстрые последствия, давно известен и описан в экономической литературе [19]. Однако в отношении рыбных товаров, обращающихся на рынке РФ его исследование не проводилось. Наша работа лишь обозначает эту особенность цен на рыбные товары в российских регионах с позиций экономической доступности и, как полагаем, такое исследование должно быть продолжено. Отметим также, что эффект неравнозначного влияния ценовых шоков на потребление рыбопродуктов в России носит во многом скрытый характер, поскольку он маскируется перекрестным действием большого количества ценовых факторов. В частности, в силу нивелирующего влияния постоянной и более сильной, чем многие ценовых шоки тенденции общего роста цен на продовольствие, снижение относительных цен на рыбопродукты обычно приводит не к падению, а лишь к замедлению роста номинальных цен. Тем не менее, ценовые шоки в ряде случаев могут оказывать заметное влияние на номинальные цены, как правило, приводя к их росту и, следовательно, способны отрицательно воздействовать на доступность.

Выводы. Рыбная продукция объективно должна играть значимую роль в обеспечении продовольственной безопасности приморского региона России – Калининградской области. Для этого, в соответствии с современной концепцией продовольственной безопасности, помимо прочего, рыбные товары должны быть доступны жителям региона. Среди многих аспектов экономической доступности, мы выделили цены, предположив, что они выступают ключевым фактором доступности и, следовательно, оказывают сильное влияние на продовольственную безопасность региона. Мы также предположили, что с точки зрения обеспечения продовольственной безопасности важны не только уровень цен или его стабильное изменение, но и резкие, скачкообразные колебания. Понимание характера и причин таких ценовых шоков необходимо, поскольку экономическая политика, направленная на противодействие высокой волатильности, отличается от политики, используемой для корректировки долгосрочных тенденций.

Для исследования краткосрочной волатильности цен на товары, входящие в региональную рыбную корзину, была проведена очистка номинальных цен в Калининградской области от трендовой составляющей и выполнена их нормализация относительно среднероссийских значений. Полученные результаты позволили расширить

представления об экономической доступности рыбных товаров для жителей региона и на этой основе сделать ряд важных выводов.

1) Резкий рост номинальных цен на рыбопродукты в Калининградской области в 2014-2015 гг. почти не отразился на динамике большинства цен, если их нормировать относительно (отсчитывать от) среднероссийского уровня. Это указывает на «внешнюю» природу данного скачка цен, т.е. его причиной были преимущественно факторы общестранового уровня.

2) Наиболее стабильными в регионе являются цены на мороженую разделанную рыбу (кроме лососевых пород), в то время как цены на другой социально значимый вид рыбопродуктов – мороженую неразделанную рыбу отличаются высокой неустойчивостью.

3) Главными факторами, определяющими стабильность цен на рыбопродукты, выступают спрос и экономико-географические особенности региона. При этом если спрос является постоянным фактором (чем он выше, тем стабильнее цены), то экономико-географические условия оказывают неоднозначное влияние. В случае поставок товаров и сырья из других регионов РФ, они становятся главной причиной нестабильных издержек и высокой волатильности цен и, напротив, ориентация на местное сырье или его импортные аналоги стабилизирует цены на рыбопродукцию.

4) Высокая волатильность увеличивает ценовой риск, создает угрозу снижения относительной доступности рыбопродуктов и, следовательно, может стать причиной ухудшения благосостояния жителей области и нарушения межрегионального экономического равенства – одной из основ социальной и политической стабильности государства.

5) Сравнительно низкая доступность рыбопродуктов для жителей Калининградской области на фоне высокого потенциала для производства этой продукции в регионе требуют принятия неотложных мер. Если придерживаться парадигмы рыночной экономики, то общие направления таких мер подсказываются вышеназванными факторами. Это – стимулирование спроса, а также поддержка местных производителей путем устранения торгово-логистических барьеров.

Список использованной литературы:

1. *Kalkuhl M., von Braun J., Torero M.* (eds.) An Overview. In Volatile and Extreme Food Prices, Food Security, and Policy. Springer. 2016. P. 3-31. URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-28201-5. (дата обращения: 30.12.2022).
2. Rome declaration on world food security and world food summit plan of action. Rome, FAO, 1996.
3. The state of food insecurity in the world. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome FAO, 2015.
4. *Hull J.C.* Options, futures and other derivatives. 8th ed. Pearson Education, Essex. 2012.
5. *Tadesse G., Algieri B., Kalkuhl M., von Braun J.* Drivers and triggers of international food price spikes and volatility // Food Policy. 2014. Vol. 47. P. 117-128.
6. *Nilsson R., Gyomai G.* A comparison of the Phase-Average Trend method, the Hodrick-Prescott and Christiano-Fitzgerald filter. OECD, 2011. URL: https://www.oecd.org/sdd/leading-indicators/41520591.pdf (дата обращения: 30.12.2022).
7. *Gilbert C.L., Morgan C.W.* Food price volatility // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2010. Vol. 365. P. 3023-3034.
8. *Китрар Л.А., Липкинд Т.М., Остапкович Г.В., Чусовлянов Д.С.* Практика идентификации ненаблюдаемых компонент в траектории ВВП: потенциальный уровень и краткосрочные разрывы // Вопросы статистики. 2015. № 10. С. 14-25.
9. Сайт ЕМИСС. Государственная статистика. Средние потребительские цены (тарифы) на продовольственные, непродовольственные товары и услуги. URL: https://www.fedstat.ru/indicator/31448 (дата обращения: 30.12.2022).
10. *Мнацаканян А.Г, Карлов А.М., Кузин В.И., Харин А.Г.* О некоторых особенностях развития российского рыбного хозяйства в 2010-2019 гг. // Труды ВНИРО. 2021. Т. 183. С. 127-139.
11. *Кузин В.И., Харин А.Г.* Исследование феномена высокой рентабельности в российском рыбном хозяйстве // Экономический анализ: теория и практика. 2018. Т. 17. Вып. 4. С. 652-670.

12. Сайт РБК. Рынок свежей и замороженной рыбы и морепродуктов 2020: статистика потребления в России и регионах. URL: https://marketing.rbc.ru/research/36555/?ysclid=lexxeitqfv283945779 (дата обращения: 30.12.2022).
13. *McCorriston S., Morgan C. W., Rayner A. J.* Price transmission: the interaction between market power and returns to scale // European Review of Agricultural Economics. 2001. Vol. 28. pp. 143-159.
14. *Meyer J., von Cramon-Taubadel S.* Asymmetric Price Transmission: A Survey // Journal of Agricultural Economics. 2004. Vol. 55. pp. 581-611.
15. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации № 20 от 21.01.2020 г. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/?ysclid=lexxz4u483561811291 (дата обращения: 30.12.2022).
16. *Киселев В.М., Киселева Т.Ф., Мозжерина И.В.* Потребление рыбы в России: методологические аспекты // Пищевая промышленность. 2012. № 1. С. 34-36.
17. Кононова Л.А. Калининградская область в цифрах. 2022. Статистический сборник в 2 т. Калининград: Калининградстат, 2022. 161 с.
18. Сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации. Рациональные нормы потребления пищевых продуктов. URL: https://minzdrav.gov.ru/opendata/7707778246-normpotrebproduct/visual (дата обращения: 30.12.2022).
19. *Vavra P., Goodwin B.K.* Analysis of Price Transmission Along the Food Chain // OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers. 2005. No. 3. DOI: 10.1787/752335872456.

References:

1. Kalkuhl M., von Braun J., Torero M. (eds.) An Overview. In Volatile and Extreme Food Prices, Food Security, and Policy. *Springer*, 2016, pp. 3-31. (In English). Available at: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-28201-5. (accessed 30.12.2022).
2. *Rome declaration on world food security and world food summit plan of action*. Rome, FAO. 1996. (In English).
3. *The state of food insecurity in the world. Food and Agriculture Organization of the United Nations.* Rome, FAO. 2015. (In English).
4. Hull J.C. *Options, futures and other derivatives*. 8th ed. Pearson Education, Essex, 2012. (In English).
5. Tadesse G., Algieri B., Kalkuhl M., von Braun J. Drivers and triggers of international food price spikes and volatility. *Food Policy*, 2014, vol. 47, pp. 117-128. (In English).
6. Nilsson R., Gyomai G. *A comparison of the Phase-Average Trend method, the Hodrick-Prescott and Christiano-Fitzgerald filter*. OECD, 2011. (In English). Available at: https://www.oecd.org/sdd/leading-indicators/41520591.pdf (accessed 30.12.2022).
7. Gilbert C.L., Morgan C.W. Food price volatility. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2010, vol. 365, pp. 3023-3034. (In English).
8. Kitrar L.A., Lipkind T.M., Ostapkovich G.V., Chusovlyanov D.S. Praktika identifikatsii nenablyudayemykh komponent v trayektorii VVP: potentsial'nyy uroven' i kratkosrochnyye razryvy [Practice of identification of non-observable components in the GDP trajectory: potential level and short-term gaps]. *Voprosy statistiki* [Questions of Statistics], 2015, no. 10, pp. 14-25. (In Russian).
9. *Sayt YEMISS. Gosudarstvennaya statistika. Sredniye potrebitel'skiye tseny (tarify) na prodovol'stvennyye, neprodovol'stvennyye tovary i uslugi.* [Site EMISS. State statistics. Average consumer prices (tariffs) for food, non-food products and services]. (In Russian). Available at: https://www.fedstat.ru/indicator/31448 (accessed 30.12.2022).
10. Mnatsakanyan A.G, Karlov A.M., Kuzin V.I., Kharin A.G. O nekotorykh osobennostyakh razvitiya rossiyskogo rybnogo khozyaystva v 2010-2019 gg. [On some features of the development of Russian fisheries in 2010-2019]. *Trudy VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 2021, vol. 183, pp. 127-139. (In Russian).
11. Kuzin V.I., Kharin A.G. Issledovaniye fenomena vysokoy rentabel'nosti v rossiyskom rybnom

khozyaystve [Study of the phenomenon of high profitability in the Russian fish industry]. *Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika* [Economic analysis: theory and practice], 2018, vol. 17, no. 4, pp. 652-670. (In Russian).

12. *Sayt RBK. Rynok svezhey i zamorozhennoy ryby i moreproduktov 2020: statistika potrebleniya v Rossii i regionakh.* [Site RBK. Fresh and frozen fish and seafood market 2020: consumption statistics in Russia and regions]. (In Russian). Available at: https://marketing.rbc.ru/research/36555/?ysclid=lexxeitqfv283945779 (accessed 30.12.2022).
13. McCorriston S., Morgan C. W., Rayner A. J. Price Transmission: the Interaction Between Market Power and Returns to Scale. *European Review of Agricultural Economics*, 2001, vol. 28, pp. 143-159. (In English).
14. Meyer J., von Cramon-Taubadel S. Asymmetric Price Transmission: A Survey. *Journal of Agricultural Economics*, 2004, vol. 55, pp. 581-611. (In English).
15. Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation № 20 of January 21, 2020, *Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii* [Approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation]. (In Russian). Available at: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/?ysclid=lexxz4u483561811291 (accessed 20.12.2022).
16. Kiselev V.M., Kiseleva T.F., Mozzherina I.V. Potrebleniye ryby v Rossii: metodologicheskiye aspekty [Fish consumption in Russia: methodological aspects]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2012, no. 1, pp. 34-36. (In Russian).
17. Kononova L.A. *Kaliningradskaya oblast' v tsifrakh. 2022. Statisticheskiy sbornik* [Kaliningrad region in numbers. 2022. Statistical compendium]. Kaliningrad, Kaliningradstat Publ., 2022. 161 p. (In Russian).
18. *Sayt Ministerstva zdravookhraneniya Rossiyskoy Federatsii. Ratsional'nyye normy potrebleniya pishchevykh produktov* [Site of Ministry of Health of the Russian Federation. Rational Norms of Food Consumption]. (In Russian). Available at: https://minzdrav.gov.ru/opendata/7707778246-normpotrebproduct/visual (accessed 31.12.2022).
19. Vavra P., Goodwin B.K. Analysis of Price Transmission Along the Food Chain. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers*, 2005, no. 3. (In English). DOI: 10.1787/752335872456.

Сведения об авторах / Information about authors

Мнацаканян Альберт Гургенович	д-р экон. наук, профессор, директор института экономики и управления Калининградский государственный технический университет Российская Федерация, 236022, г. Калининград, Советский пр., 1 mag@klgtu.ru
Mnatsakanyan Albert Gurgenovich	Dr. Sci. (Econ.), Professor, Director of the Institute of Economics and Management Kaliningrad State Technical University 236022, Kaliningrad, Soviet ave., 1 mag@klgtu.ru
Харин Александр Геннадьевич	канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и финансов Калининградский государственный технический университет Российская Федерация, 236022, г. Калининград, Советский пр., 1 aleksandr.harin@klgtu.ru
Kharin Alexander Gennadievich	Ph.D. (Econ.), Associate Professor of the Department Economics and Finance Kaliningrad State Technical University Russian Federation, 236022, Kaliningrad, Soviet ave., 1 aleksandr.harin@klgtu.ru

УДК 331.108.2 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.018**

Острик В.Ю., Сухомлин И.А.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В ОРГАНИЗАЦИЯХ

Аннотация. В статье представлен обзор основных моделей управления персоналом на современном этапе, выявлены основные требования для современных систем управления персоналом, с учетом цифровых трансформаций социально-экономических процессов. Выделяются основные этапы построения эффективной модели стратегического управления персоналом организации, а также необходимые профессиональные цифровые компетенции, которые формируют эффективное использование человеческих ресурсов в организации. Приводятся результаты исследования по внедрению и использованию цифровых инструментов в управлении, с учетом влияния использования человеческих ресурсов на организационные результаты. Приводятся конкретные рекомендации для внедрения направлений по моделированию систем управления персоналом для предприятий. Обобщаются перспективы развития и угрозы в отечественных системах управления персонала и менеджмента с учетом потребностей внешней среды и современных кадровых технологий.
Ключевые слова: человеческие ресурсы, моделирование, система, персонал, организация, стратегия.

Ostrik V.Yu., Sukhomlin I.A.

STRATEGIC MODELING OF MODERN HR MANAGEMENT SYSTEMS IN ORGANIZATIONS

Abstract. An overview of the main models of personnel management at the present stage, identifies the main requirements for modern personnel management systems, taking into account digital transformations of socio-economic processes are presented in the article. The main stages of building an effective model of strategic management of the organization's personnel, as well as the necessary professional digital competencies that form the effective use of human resources in the organization are highlighted. The results of a study on the introduction and use of digital tools in management, taking into account the impact of the use of human resources on organizational results are given. Specific recommendations for the implementation of directions for modeling personnel management systems for enterprises are given. The development prospects and threats in domestic personnel and management systems, taking into account the needs of the external environment and modern personnel technologies are summarized.
Keywords: human resources, modeling, system, personnel, organization, strategy.

Введение. На современном этапе деятельности организаций, в условиях трансформаций всех социально-экономических процессов и переходе на цифровизацию организацию профессиональной деятельности, возрастает роль качественно нового подхода к использованию человеческого ресурсного потенциала. Существующие модели использования персонала не отражают тенденции современности и отличаются устойчивостью и традиционным подходом. Высокопродуктивные системы управления человеческими ресурсами должны отличаться гибкостью, адаптивностью к изменениям во внешней среде организационно-правовых формирований и учитывать требования и новые законы рынка труда и трудовых взаимоотношений.

Задачами руководства организаций и специалистов по управлению персоналом является создание и использование таких систем, которые позволили бы комплексно использовать ресурсный человеческий потенциал, выявлять скрытые резервы и направлять их на достижение стратегических целей организации. Стратегическое видение деятельности

организаций предусматривает многофакторный учет внутренних особенностей деятельности и специфические взаимоотношения между членами коллектива, которые являются уникальными для каждой конкретной внутренней среды трудового взаимодействия. Эффективная кадровая политика организации позволяет комплексно использовать производственный потенциал и обеспечивает успешную реализацию генеральной цели через поэтапное решение тактических и оперативных задач.

Целью исследования является разработка стратегической модели системы управления персоналом, позволяющей комплексно использовать человеческие ресурсы для достижения организационных целей, с учетом цифровых трансформаций социально-экономических процессов общества.

Материалы и методы исследования. На современном этапе развития экономических и управленческих наук существует множество исследований и научных работ относительно моделей управления персоналом. Авторы, занимающиеся данным вопросом схожи во мнениях, что в основе эффективной модели управления человеческими ресурсами лежит ряд составных компонентов.

По мнению Куликова Ю.А. [1, 2] эталонными моделями в управлении человеческими ресурсами являются американская и японская. Американская модель характеризуется жесткостью и руководствуется жесткой регламентацией в формировании трудового поведения работника. Последователи американской модели воспитывают в работниках исполнительность, требуют структурированность в поведении и не приветствуют развитие инициативы, творческого подхода и инновационности. Данная модель базируется на организационной структуре и функциональной подчиненности с жестким делегированием полномочий при решении производственных задач.

Японская модель отличается мягкостью и нацелена на формирование гибкого мышления у работника, формирование универсальности при решении задач и постоянной оптимизации качества трудового процесса. Организационная структура при японской модели формирует трудовые взаимодействия не только по вертикали, но в большей степени по горизонтали.

По мнению автора, рекомендуется использовать смешанную модель при работе с персоналом организации, которая учитывает в себе аспекты, как американской, так и японской моделей, учитывая индивидуальные особенности работника, коллективов и их функционального организационного взаимодействия.

Головань Н.О. [3] предлагает использовать компетентностный подход при моделировании системы управления персоналом в организациях. Модель компетенций персонала включает в себя полный набор профессиональных и личных компетенций персонала, а также различные индикаторы трудового поведения. Модели включают в себя описание стандартов поведения и конкретных действий по достижению организационных целей. Предлагаемая автором модель компетенций персонала включает в себя стандартные элементы системы управления персоналом, такие как: аттестация, оценка, адаптация, кадровый резерв и другие. Предлагаемая модель компетенций персонала нацелена на достижение целей организации, однако, не предполагает использование инновационного подхода и приобретение новых цифровых компетенций, которые являются необходимым элементов в реалиях современной экономико-управленческой среды функционирования субъекта хозяйствования.

Ипполитова М.В. [4] отдельно выделяет европейскую и российскую модели управления человеческими ресурсами в организациях. Европейская модель отличается высокой значимостью службы управления персоналом в организациях и ориентацией на высокие социальные стандарты и обеспечение дополнительных благ и гарантий для работника в процессе трудовой активности. Европейская модель построена на принципах постоянного обучения сотрудников и приобретения дополнительных профессиональных компетенций, также большое внимание уделяется формированию затрат на персонал организации.

Российская модель управления персоналом основана на жесткой иерархии,

регламентации и нормировании трудовой функции, ориентированности на старших и более опытных сотрудников, а также на выполнении четкого объема задач без возможности проявления личной инициативы работника в процессе труда. Весомым недостатком российских систем управления персоналом является организация кадровой службы, функциональная составляющая которых не соответствует реалиям современного менеджмента и предпринимательской деятельности.

Обобщающий подход к формированию моделей управления персоналом представлен в работах большинства ученых, занимающихся вопросами управления человеческими ресурсами и построения эффективных систем в современных организациях на основе использования человеческого капитала для достижения целей стратегического характера. Представим обобщенный подход к моделям управления персоналом на основании теоретических подходов авторов на рисунке 1 [5, 6, 7].

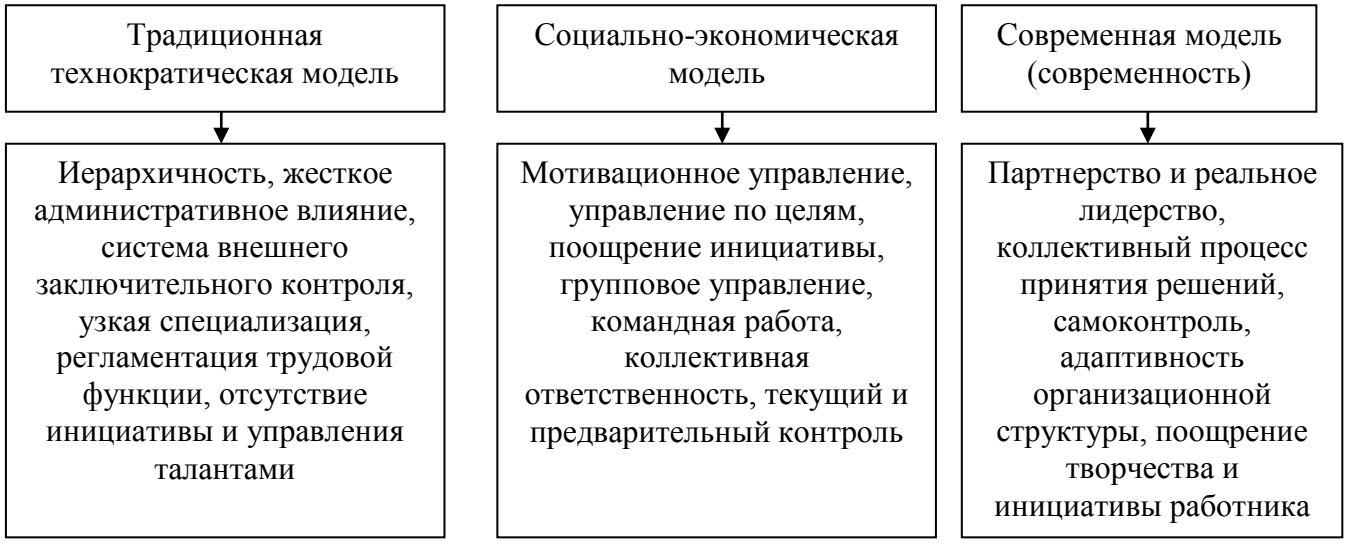


Рисунок 1 – Обобщенные подходы к традиционным моделям управления персоналом в организациях

На основании анализа теоретического материала по существующим моделям управления персоналом, необходимо отметить, что для успешного и эффективного управления человеческими ресурсами и комплексного использования человеческого капитала необходимо выработать качественно новый подход к формированию высокопродуктивных систем управления персоналом, включающий в себя использование цифровых компетенций, как руководящих кадров, так и персонала организаций. Формирование модели должно учитывать подвижность внешней среды и планирование в условиях неопределенности, так как на современном этапе деятельности отечественных субъектов хозяйствования, внешняя среда определяет дальнейшие векторы развития и деятельности организаций.

Результаты исследования и их обсуждение. Создание здорового и высокопродуктивного коллектива является важнейшей стратегической составляющей эффективной модели управления человеческими ресурсами, ведь взаимодействия в коллективе, как на основании реализации трудовых функций, так и межкультурного корпоративного культурного взаимодействия является важным атрибутом результативности и высоких показателей профессиональной деятельности. При решении тактической задачи по оптимизации трудового коллектива в организации необходимо учитывать половозрастные, компетентностные, национальные, мотивационные, личные и другие характеристики персонала в организации. Специалистам по управлению персоналом рекомендуется постоянно проводить исследования, определяя меняющиеся потребности и

компетенции персонала используя методический инструментарий, и на основании полученных данных проектировать высокопродуктивную модель на стратегическом уровне.

Постоянное реальное повышение квалификации и приобретение персоналом дополнительных профессиональных компетенций, в соответствии с требованиями внешней среды является важным и первоочередным компонентом эффективной модели управления персоналом организации. Овладение новыми необходимыми профессиональными компетенциями должно происходить с учетом реальных желаний и потребностей работников, коллектив должен быть готов к изменениям и принимать их с осознанием необходимости и тенденций цифровых трансформаций. Во многих организациях наблюдается сопротивление работников к инновациям и желание сохранить традиционный подход в организации трудового процесса. Руководитель организации и специалисты по управлению персоналом должны способствовать принятию инноваций коллективом, так как цифровые трансформации и отклонения от традиционных подходов являются неизбежными тенденциями. При условии стратегического видения деятельности любой организации, не зависимо от сферы деятельности, соответствие трансформациям внешней среды функционирования и приобретение необходимых компетенций работниками является необходимым условием перспективной деятельности. Среди реальных практических форм привлечения работников к овладению новых профессиональных компетенций и созданию инновационной атмосферы в коллективе, можно выделить проведение семинаров, практикумов с демонстрацией новшеств в профессиональной сфере.

Инновационная среда, при взаимодействии членов коллектива формируется только при грамотной оптимизации персонала, реализации принципов командного управления и функциональном делегировании полномочий. Функциональная организация с учетом потребностей, запросов и особенностей персонала лежит в основе построения эффективной модели управления персоналом, ориентированной на стратегическое достижение целей и решение задач организации.

Все вышеперечисленные компоненты моделирования эффективной системы управления персоналом не могут быть реализованы без высокопрофессионального руководящего звена организационно-правового формирования. Руководитель-лидер, способный гибко реагировать на изменения во внешней среде деятельности организации, обладающий уникальным набором профессиональных качественных компетенций, обладающий адаптационным стратегическим видением, способен сформировать высокопродуктивный технологичный коллектив, который обеспечит высокую результативность профессиональной деятельности и высокие экономические и социальные показатели деятельности.

Желание внедрять новые технологии, реализовывать инновационный подход в профессиональной сфере, а также способности к действиям и набор необходимых компетенций позволяют руководству во взаимодействии с коллективом построить такую модель, которая обеспечит желаемые результаты деятельности и конкурентоспособность организации.

Начальной точкой при моделировании высокопродуктивной системы управления персоналом является четкая постановка организационной цели на перспективу, именно стратегическая цель позволяет увидеть желаемое состояние субъекта хозяйствования в перспективе. Целеполагание является важнейшим элементов в системе управления, утвержденный четкий план действий является залогом приобретения необходимых конкурентных составляющих и позволит увеличить стоимость организации на внешнем рынке.

Человеческие ресурсы выступают обеспечивающим инструментом при реализации генеральной цели организации. При выявлении необходимых имеющихся компетенций внутри организации необходимо сопоставить их с имеющимися компетенциями, которые присущи персоналу, выделить недостающие и выработать программу для наполнения недостающими компетенциями работников, которые отвечают за реализацию ключевых

конкурентных перспективных характеристик, необходимых организации. Вложение денежных средств в обучение персоналом и приобретение им дополнительных профессиональных компетенций необходимо расценивать, как инвестиции в совокупный капитал организации, весомой долей которого является стоимость человеческого капитала, обеспечивающего реализацию генеральной цели при постепенном решении тактических и операционных задач.

Представим модель эффективной системы управления персоналом для современных организаций на рисунке 2.

Рисунок 2 – Построение эффективной модели стратегического управления персоналом организации

Необходимо отметить, что предлагаемая модель может видоизменяться под влиянием внешних факторов деятельности организации, специфики профессиональной деятельности и кадровых возможностей, которые определяют успешность построения и дальнейшей реализации модели.

Важным аспектом при построении эффективной модели управления персоналом является выявление и наделение сотрудников необходимыми цифровыми компетенциями., которые являются необходимым условием стратегической деятельности современной организации.

При построении эффективной модели управления персоналом в стратегическом аспекте деятельности организаций, нами были выделены основные цифровые компетенции, для руководителей организаций и персонала. Для анализа уровня применения цифровых компетенций в реальной профессиональной деятельности субъектов хозяйствования Республики Крым и перспектив их применения для построения современной цифровой

модели управления персоналом, нами был проведен опрос среди менеджеров среднего и высшего звена, результаты которого были заключены в матрицу компетенций, представленную в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица необходимых цифровых компетенций, при построении модели управления персоналом организаций

Сфера профессиональной деятельности	Компетенции персонала							
	Цифровые технологии	Задачи ИКТ	Цифровой контент	Цифровые сети	Цифровые данные	Цифровая Защита	Цифровой обмен	Базы данных
Социальная сфера	+	+/-	+/-	+	+	+/-	+	+
Предпринимательство	+	+	+	+/-	+	+	+	+
АПК	+/-	+	+	+	+	+	+	+
Государственный сектор	+	+	+	+/-	+/-	+/-	+	+/-
Туризм, сфера услуг	+	+/-	+	+/-	+/-	+	+/-	+
Промышленность	+	+	+	+	+	+	+	+

В исследовании принимало участие более 50 респондентов-представителей управленческого сектора предприятий различной сферы деятельности и хозяйственной направленности. На основании исследования получен вывод о необходимости использования профессиональных цифровых компетенций в реальном секторе экономики и социальной сферы деятельности общества. Высокая значимость использования цифровых компетенций персонала, при построении современной высокопродуктивной модели управления человеческими ресурсами, подтверждает необходимость формирования новой цифровой, качественно новой модели управления персоналом, позволяющей обеспечить реализацию стратегических целей организаций и поддержания высокого уровня конкурентоспособности во внешней среде.

Выводы. Существующие традиционные модели управления персоналом организаций частично отражают современные походы в области использования человеческих ресурсов в организации. Тенденции и трансформации внешней среды деятельности хозяйствующих субъектов требуют качественно нового подхода в отношении использования кадрового состава и формирования конкурентного человеческого капитала. На основании исследования была выявлена значимость и весомость цифровых компетенций, которые должны учитываться при формировании эффективной модели управления персоналом в организациях. Предлагаемая к внедрению в реальную управленческую деятельность эффективная модель стратегического управления персоналом в организациях позволяет обеспечить высокую эффективность профессиональной деятельности и эффективность всего профессионального процесса внутри организации. Предлагаемая модель обобщает основные аспекты построения эффективной системы управления человеческими ресурсами, однако, может трансформироваться под особенности хозяйственной деятельности и внутренней миссии и философии организации.

Список использованной литературы:

1. *Куликов Ю.А.* Модели управления персоналом организации // Проблемы современной науки и образования. 2015. № 7 (37). С. 85-89. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-upravleniya-personalom-organizatsii/viewer (дата обращения: 15.02.2023).
2. *Куликов Ю.А.* Основные принципы управления социально-экономическими системами // Менеджмент в России и за рубежом. 2020. № 3. С. 3-6. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43178326 (дата обращения: 15.02.2023).
3. *Головань Н.О.* Модель компетенций в управлении персоналом // Молодой ученый. 2021. № 48 (390). С. 91-93. URL: https://moluch.ru/archive/390/85878/ (дата обращения: 16.02.2023).

4. *Ипполитова М.В.* Модели управления персоналом: особенности, достоинства, недостатки // Молодой ученый. 2020. № 34. С. 71-73. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-upravleniya-personalom-osobennosti-dostoinstva-nedostatki /viewer (дата обращения: 16.02.2023).
5. *Немыкин Д.Н., Гришкова Н.С., Дьячкова Е.Н.* Моделирование процесса постановки и реализации целей как условие повышения качества управления // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2020. № 3 (82). С. 156-165. DOI: 10.21295/2223-5639-2020-3-156-165.
6. *Гришкова Н.С., Однорал Н.А., Немыкин Д.Н.* Развитие персонала в социальной сфере. Белгород: ООО Эпицентр, 2020. 100 с.
7. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы: указ Президента РФ № 203 от 09.05.2017 г. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919 (дата обращения: 26.02.2023).
8. *Жуков А.Л., Хабарова Д.В.* Аудит человеческих ресурсов организации. М., Берлин: Директ-Медиа, 2019. 363 с.
9. *Karakozov S.D., Ryzhova N.I.* Information and Education Systems in the Context of Digitalization of Education // Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences. 2019. Vol. 12 (9). P. 1635-1647. DOI: 10.17516/1997-1370-0485.
10. *Szymanski A.* Prototype Problem Solving Activities Increasing Creative Learning Opportunities Using Computer Modeling and 3D Printing // Creativity and Technology in Mathematics Education. Cham: Springer International Publishing. 2018. Vol. 10. P. 323-344. URL: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-72381-5_13 (дата обращения: 23.01.2023).

References:

1. Kulikov Yu.A. Modeli upravleniya personalom organizatsii [Models of personnel management in an organization]. *Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya* [Problems of Modern Science and Education], 2015, no. 7 (37), pp. 85-89. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-upravleniya-personalom-organizatsii/viewer (accessed 15.02.2023).
2. Kulikov Yu.A. Osnovnyye printsipy upravleniya sotsial'no-ekonomicheskimi sistemami [Basic principles of managing socio-economic systems]. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom* [Management in Russia and Abroad], 2020, no. 3, pp. 3-6. (In Russian). Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43178326 (accessed 15.02.2023).
3. Golovan' N.O. Model' kompetentsiy v upravlenii personalom [Competence model in personnel management]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2021, no. 48 (390), pp. 91-93. (In Russian). Available at: https://moluch.ru/archive/390/85878/ (accessed 16.02.2023).
4. Ippolitova M.V. Modeli upravleniya personalom: osobennosti, dostoinstva, nedostatki [Models of personnel management: features, advantages, disadvantages]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2020, no. 34, pp. 71-73. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-upravleniya-personalom-osobennosti-dostoinstva-nedostatki /viewer (accessed 16.02.2023).
5. Nemykin D.N., Grishkova N.S., D'yachkova Ye.N. Modelirovaniye protsessa postanovki i realizatsii tseley kak usloviye povysheniya kachestva upravleniya [Modeling the process of setting and implementing goals as a condition for improving the quality of management]. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava* [Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law], 2020, no. 3 (82), pp. 156-165. (In Russian). DOI: 10.21295/2223-5639-2020-3-156-165.
6. Grishkova N.S., Odnoral N.A., Nemykin D.N. *Razvitiye personala v sotsial'noy sfere* [Personnel development in the social sphere]. Belgorod, OOO Epitsentr Publ., 2020, 100 p. (In Russian).
7. Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation № 203 of May 9, 2017, *Strategiya razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossiyskoy Federatsii na 2017-2030 gody*

[Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017-2030]. (In Russian). Available at: http://www.kremlin.ru/acts/ bank/41919 (accessed 26.02.2023).
8. Zhukov A.L., Khabarova D.V. *Audit chelovecheskikh resursov organizatsii* [Audit of human resources of the organization]. Moscow, Berlin, Direkt-Media Publ., 2019, 363 p. (In Russian).
9. Karakozov S.D., Ryzhova N.I. Information and Education Systems in the Context of Digitalization of Education. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 2019, vol. 12 (9), pp. 1635-1647. (In English). DOI: 10.17516/1997-1370-0485.
10. Szymanski A. Prototype Problem Solving Activities Increasing Creative Learning Opportunities Using Computer Modeling and 3D Printing. *Creativity and Technology in Mathematics Education.* Cham, Springer International Publishing, 2018, vol. 10, pp. 323-344. (In English). Available at: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-72381-5_13 (accessed 23.01.2023).

Сведения об авторах / Information about authors

Острик Владимир Юрьевич	канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры управления персоналом Институт экономики и управления Крымского аграрного университета им. В.И. Вернадского 295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4 ostrik-work@rambler.ru
Ostrik Vladimir Yurievich	Ph.D. (Econ.), Associate Professor of personnel management department Institute of economics and management of V.I. Vernadsky Crimean Federal University 295015, Republic of Crimea, Simferopol, Sevastopolskaya str., 21/4 ostrik-work@rambler.ru
Сухомлин Игорь Александрович	аспирант кафедры управления персоналом Институт экономики и управления Крымского аграрного университета им. В.И. Вернадского 295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 21/4 x@shmln.com
Sukhomlin Igor Alexandrovich	post-graduate of personnel management department Institute of economics and management of V.I. Vernadsky Crimean Federal University 295015, Republic of Crimea, Simferopol, Sevastopolskaya str., 21/4 x@shmln.com

УДК 332.14 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.019**

Плотникова В.В., Гармашова Е.П.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ РАСХОДОВ Г. СЕВАСТОПОЛЬ

Аннотация. Данная статья посвящена статистическому анализу потребительских расходов г. Севастополь. Уровень расходов населения во многом определяет качество жизни и оказывает влияние на структуру спроса. В связи с этим важным является анализ и оценка состава и структуры потребительских расходов домохозяйств по отдельным статьям непродовольственных и продовольственных товаров, работ и услуг в современных условиях, а также выявление ключевых факторов, влияющих на уровень и структуру расходов населения Севастопольского региона. Авторами детально проанализированы среднедушевые денежные расходы населения, проведено сопоставление с денежными доходами, исследованы состав и структура расходов на конечное потребление домохозяйств, состав и динамика потребительских расходов в разрезе городского и сельского населения г. Севастополя. По результатам проведенного анализа были сформулированы основные факторы, влияющие на уровень расходов домашних хозяйств.
Ключевые слова: состав и структура расходов, домашние хозяйства, среднедушевые доходы, среднедушевые расходы, индекс потребительских цен, сельское население, городское население.

Plotnikova V.V., Garmashova E.P.

STATISTICAL ANALYSIS OF CONSUMER SPENDING IN SEVASTOPOL

Abstract. This article is devoted to the statistical analysis of consumer spending in Sevastopol. The level of spending of the population largely determines the quality of life and affects the structure of demand. In this regard, it is important to analyze and evaluate the composition and structure of household consumer spending by groups of food and non-food goods and services in modern conditions, as well as to identify key factors affecting the level and structure of expenditures of the population of the Sevastopol region. The authors gave a clear-cut presentation of the average per capita monetary expenditures of the population in comparison with income, the composition and structure of household final consumption expenditures, the composition and dynamics of consumer spending in the context of urban and rural population of Sevastopol. Based on the results of the analysis, the main factors influencing the level of household spending were formulated.
Keywords: composition and structure of expenditures, households, average per capita income, average per capita expenditures, consumer price index, rural population, urban population.

Введение. Уровень расходов обуславливает уровень жизни населения, оказывает влияние на уровень цен и, в конечном итоге, на валовой внутренний продукт страны. Структура расходов отражает потребительское поведение населения, помогает проанализировать, какие категории товаров и услуг пользуются большим спросом, и опосредованно определяет структуру производства. В связи с этим, анализ расходов населения является актуальной задачей как на мезо-, так и на макроуровне.

Целью исследования является определение основных тенденций изменения уровня и структуры расходов населения Севастопольского региона.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

− оценить среднедушевые денежные расходы населения по сравнению с доходами;

− проанализировать состав и структуру расходов на конечное потребление городских домохозяйств в период с 2016 года по 2020 год;

– изучить состав и динамику расходов домашних хозяйств в разрезе городского и сельского населения г. Севастополя;

– рассмотреть структуру потребительских расходов потребителей города по отдельным статьям непродовольственных и продовольственных товаров, работ и услуг в период с 2016 года по 2021 год;

– сравнить структуру потребительских расходов по отдельным статьям непродовольственных и продовольственных товаров и услуг в I квартале 2021 г. и 2022 г.;

− выявить факторы уровня и структуры потребительских расходов.

Материалы и методы исследования. Решение указанных задач потребовало применения таких методов научного познания, как: анализ и синтез – для выявления основных закономерностей в динамике потребительских расходов, индукция и дедукция – для определения факторов, влияющих на потребительские расходы, графического анализа – для наглядного представления выявленной динамики расходов. Анализ потребительских расходов является темой исследования достаточно широкого круга авторов [1-5]. Несмотря на достаточно большое количество работ по данной тематике, изучение состава и структуры расходов на конечное потребление городских домохозяйств остается актуальным и требует дальнейших исследований.

Результаты исследования и их обсуждение. Согласно системе национальных счетов (СНС), расходы на конечное потребление домашних хозяйств включают расходы домашних хозяйств на приобретение потребительских товаров и услуг во всех торговых предприятиях, на городских рынках и через неорганизованную (уличную) торговлю, предприятиях бытового и жилищно-коммунального обслуживания, пассажирского транспорта, связи, гостиницах, учреждениях культуры, здравоохранения, образования, а также стоимость товаров и услуг, потребленных в натуральной форме – произведенных для себя (сельскохозяйственная продукция личных подсобных хозяйств, различные услуги, которые предоставляются в связи с проживанием владельцев в собственных жилых помещениях) и полученных в качестве оплаты труда [6, с. 21].

Таким образом, под потребительскими расходами будем понимать расходы домохозяйств и отдельных лиц, направленные на приобретение конечных товаров и услуг.

Рассмотрим среднедушевые расходы и доходы населения г. Севастополь, представленные в таблице 1 [7], [8, с. 80].

Таблица 1 – Среднедушевые доходы и расходы населения г. Севастополь

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Среднедушевые расходы населения, руб.	23819,00	25402,00	25498,00	26143,00	24528,00	29973,00
Среднедушевые доходы населения, руб.	26239,00	28130,00	28834,00	30261,00	29969,00	33260,00
Превышение доходов над расходами, %	10,16	10,74	13,08	15,75	22,18	10,97
Темп прироста (снижения) среднедушевых денежных расходов населения, %	-	6,65	0,38	2,53	-6,18	22,20
Темп прироста (снижения) среднедушевых денежных доходов населения, %	-	7,21	2,50	4,95	-0,96	10,98

Источник: составлено автором по данным [7], [8, с. 80]

Темп прироста денежных расходов и доходов в среднем на душу населения на протяжении всего рассматриваемого периода имел неравномерную динамику. Потребительские доходы населения г. Севастополь превышают значение потребительских

расходов на протяжении всего периода. Максимальное превышение наблюдается в 2020 г. – на 22,18 %. Следует отметить, что в этом же периоде прослеживается снижение денежных расходов, чему поспособствовала тенденция роста склонности потребителей к сбережению в условиях неопределенности из-за пандемии коронавирусной инфекции. В 2021 г. показатель доходов возрос на 10,98% в сравнении с 2020 г., а показатель расходов – на 22,20%. Увеличение потребительских расходов в 2021 г. во многом связано с ростом цен. В 2021 г. индекс потребительских цен (ИПЦ) достиг максимума за шестилетний период и составил 108,39. Данные об уровне ИПЦ наглядно представлены на рисунке 1.

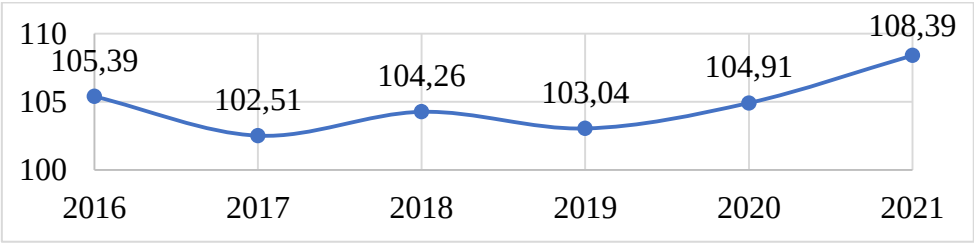


Рисунок 1 – Динамика индекса потребительских цен, 2016-2021 гг., %
Источник: составлено автором по данным [7]

Таким образом, потребительские цены в России выросли на 8,39 %, что повлияло на максимальное за шестилетний период увеличение потребительских расходов населения г. Севастополь в 2021 г.

Структура денежных расходов населения представлена в таблице 2 [8, с. 80].

Таблица 2 – Структура денежных расходов домохозяйств г. Севастополь, %

Статья расходов	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Покупка товаров и оплата услуг	91,0	90,2	88,4	86,4	81,8
Обязательные платежи и разные взносы	9,4	9,8	10,6	10,4	9,4
Приобретение недвижимости	1,0	0,8	1,5	1,4	1,7
Прирост финансовых активов	-1,4	-0,8	-0,5	1,8	7,1
Денежные расходы – всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Источник: составлено автором по данным [8, с. 80]

В общей структуре денежных расходов населения наибольший удельный вес приходится на покупку товаров и оплату услуг. Доля данных расходов находится в пределах от 81,8 % до 91,0 %. Вторым по значимости видом расходов являются обязательные платежи и разнообразные взносы. Доля данного вида расходов составляет в среднем 9-10 % от общей величины. На приобретение недвижимости в среднем население расходует 1,3 % от всей величины расходов. В 2019 г. и 2020 г. наблюдается прирост финансовых активов, на это в большей степени оказало влияние увеличение денежных средств на руках у населения.

Состав потребительских расходов домохозяйств г. Севастополь укрупненными группами за 2016-2020 гг. представлен в таблице 3 [8, с. 75].

Максимальный рост расходов в 2020 г. наблюдается по статье расходов «Покупка алкогольных напитков». Соответствующий темп роста составил 276,10 % по отношению к предыдущему 2019 г. Увеличение расходов на покупку алкогольных напитков в 2020 г. связано с повышением ставки акцизов на алкоголь в России. Например, на игристые вина в 2020 г. акциз вырос с 36 до 40 руб., а на винодельческую продукцию – с 18 до 31 руб. за литр. В 2020 г. ослабел рубль, поэтому неизбежно подорожала вся импортная продукция, а также все импортные ингредиенты и оборудование [9]. Снижение расходов на питание вне дома составило 19,66 % в 2020 г. и было связано с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой. Потребители старались минимизировать посещение заведений общественного питания и чаще находиться дома. В 2020 г. расходы на покупку продуктов для питания дома выросли на 34,92 % по сравнению с 2019 г. или на 19,86 %, если сравнивать с 2016 г. Расходы

домохозяйств на непродовольственные товары в городе выросли на 90,25 % в 2020 г. по сравнению с 2019 г. или на 49,15 %, если сравнивать с 2016 г. Высокие темпы роста расходов населения города на непродовольственные товары в 2020 г. могут быть связаны в том числе с повышенным спросом на средства личной гигиены. Весной 2020 г. на 46 % вырос объем продаж мыла. Также в этот период максимально высокий рост продаж был на дезинфицирующие средства и медицинские маски, в связи с обязательным масочным режимом. Расходы по оплате услуг возросли на 5,43 % в 2020 г. по сравнению с 2019 г., что во многом связано с увеличением тарифов на жилищно-коммунальные услуги, по сравнению с 2016 г. расходы возросли на 59,44 %.

Таблица 3 – Состав потребительских расходов домохозяйств в среднем на члена домашнего хозяйства г. Севастополь за 2016-2020 гг., руб. в месяц

Статья расходов	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп прироста 2020-2019 гг., %	Темп прироста 2020-2016 гг., %
Покупка продуктов для домашнего питания	7535,4	9385,3	7266,2	6694,0	9031,7	34,92	19,86
Питание вне дома	318,6	195,0	146,0	255,9	205,6	-19,66	-35,47
Покупка алкогольных напитков	328,3	346,0	297,5	172,8	477,1	176,10	45,32
Покупка непродовольственных товаров	4368,6	4885,7	5125,8	3424,7	6515,6	90,25	49,15
Оплата услуг	2436,9	3352,2	3668,4	3685,4	3885,5	5,43	59,44
Потребительские расходы – всего	14987,8	18164,2	16503,9	14232,8	20115,5	41,33	34,21

Источник: составлено автором по данным [8, с. 75]

Более наглядно динамику изменения структуры потребительских расходов домохозяйств г. Севастополь можно представить с помощью рисунка 2.

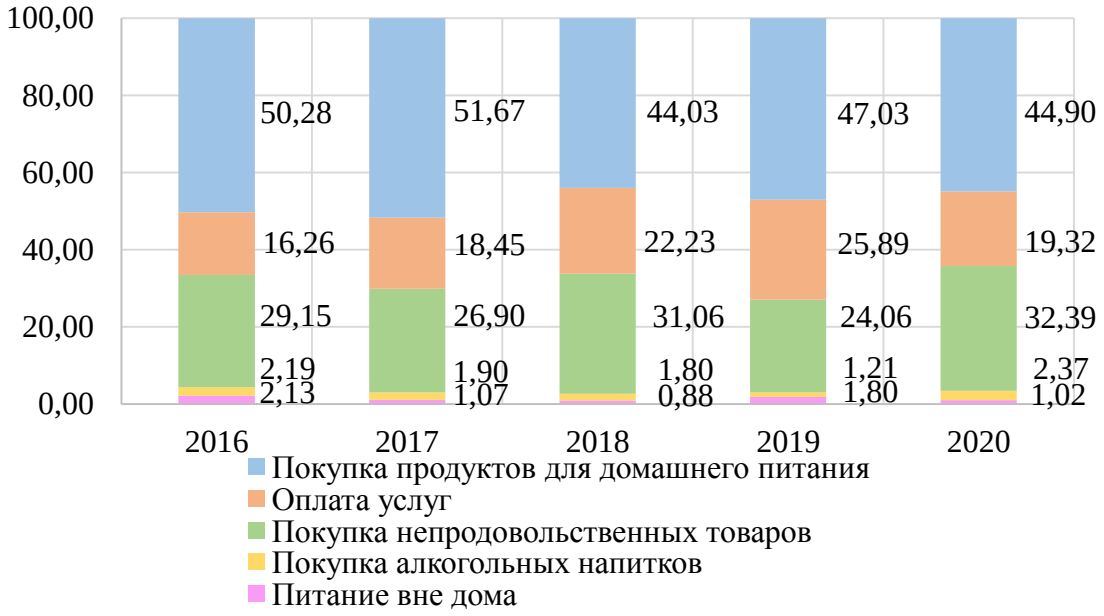


Рисунок 2 – Структура потребительских расходов домохозяйств г. Севастополь в 2016-2020 гг., %
Источник: составлено автором по данным [8, с. 76]

Исходя из данных рисунка 2 можно сделать вывод, что основную долю потребительских расходов домашних хозяйств г. Севастополя занимают расходы на покупку продуктов для домашнего питания, они составляют практически половину от всех потребительских расходов. В 2017 г. расходы на продукты питания достигли максимального значения 9385,3 руб. в месяц, с долей 51,67 % в общей структуре. Также значительная доля расходов населения города приходится на покупку непродовольственных товаров, доля которых колеблется от 24,06 % до 32,39 %. Наименьшая доля в структуре расходов приходится на питание вне дома, от 0,88% до 2,13%. Максимальная доля расходов на покупку алкогольных напитков приходилась на 2020 г. и составляла 2,37 %. В тот год количество предприятий по продаже алкогольной продукции увеличилось на 7,4 %, с 407 [10, с. 25] до 437 организаций [11, с. 35].

Однако, анализ состава и структуры расходов по всей совокупности домохозяйств не дает неполную картину особенностей потребительского поведения населения города. В связи с этим считаем целесообразным изучить расходы населения г. Севастополь по различным типам домохозяйств, в частности по критерию их месторасположения. Рассмотрим состав и динамику расходов домашних хозяйств в разрезе городского и сельского населения г. Севастополя, который представлен в таблицах 4 и 5 [8, с. 75].

Таблица 4 – Состав потребительских расходов домохозяйств в среднем на члена домашнего хозяйства, проживающего в городских населенных пунктах, относящихся к Севастопольскому региону, руб. в месяц

Расходы	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп прироста 2020-2019 гг., %	Темп прироста 2020-2016 гг., %
Покупка продуктов для домашнего питания	7660,3	9668,8	7416,7	6701,2	9186,4	37,09	19,92
Питание вне дома	325,0	187,1	147,3	259,3	211,9	-18,28	-34,80
Покупка алкогольных напитков	341,8	362,9	307,8	172,8	497,0	187,62	45,41
Покупка непродовольственных товаров	4524,7	5135,9	5350,0	3502,6	6487,3	85,21	43,38
Оплата услуг	2438,9	3388,3	3733,6	3706,8	3935,3	6,16	61,36
Потребительские расходы – всего	15290,7	18743	16955,4	14342,7	20317,9	41,66	32,88

Источник: составлено автором по данным [8, с. 75]

В 2020 г. наблюдается максимальный рост расходов городского населения по статье «Покупка алкогольных напитков», темп прироста составил 187,62% в сравнении с 2019 г. и 45,41 % в сравнении с 2016 г. По данным исследования ИТ-компании «Эвотор», сильнее всего за 2020 г. цены на водку выросли в Севастополе – на 18 %, до 299 рублей – при том, что в среднем по России стоимость крепкого напитка подорожала на уровень инфляции − на 3 % [12]. Темпы снижения наблюдаются на питание вне дома, в 2020 г. – на 18,28 % в сравнении с 2019 г. и на 34,8 % в сравнении с 2016 г. Домашние хозяйства расходовали на питание вне дома в среднем 140-300 руб. в месяц. За представленный период наибольшее значение расходов на домашнее питание наблюдается в 2017 г. – 9668,8 руб. в месяц. В 2019 г. расходы как на продукты питания, так и на непродовольственные товары заметно снизились. Среди продовольственных товаров в наибольших размерах снизились цены на: огурцы свежие – в 2,4 раза, помидоры – в 2,2 раза, виноград – 31,3 %, яйца куриные – на 24,9 %. Среди непродовольственных товаров: флеш-накопитель – 12,1 %, печь микроволновую – 10,0 %, жидкие чистящие и моющие средства – 6,7 % [13, с. 12].

Динамику изменения структуры потребительских расходов домохозяйств, проживающих в городе, можно проанализировать с помощью рисунка 3.

Из данных, представленных на рисунке 3 видно, что наибольшая доля расходов городского населения приходится на покупку продуктов для питания дома, а также значительную долю в общей структуре расходов занимают затраты на приобретение непродовольственных товаров. При рассмотрении пятилетнего периода можно наблюдать, что доля расходов на «Продукты для домашнего питания» находится в пределах от 43,74 % до 51,59 %. На приобретение непродовольственных товаров приходится 24,42 – 31,93 %. На расходы по оплате различных услуг домохозяйства в среднем расходуют от 15,95 % до 25,85 % от всех расходов. Наименьшая доля расходов приходится на питание вне дома. Минимальный удельный вес по данному виду расходов наблюдается в 2018 г. – 0,87 %. На расходы по покупке алкогольных напитков приходится в среднем 1,93 % от всех расходов домохозяйств, проживающих в городе.

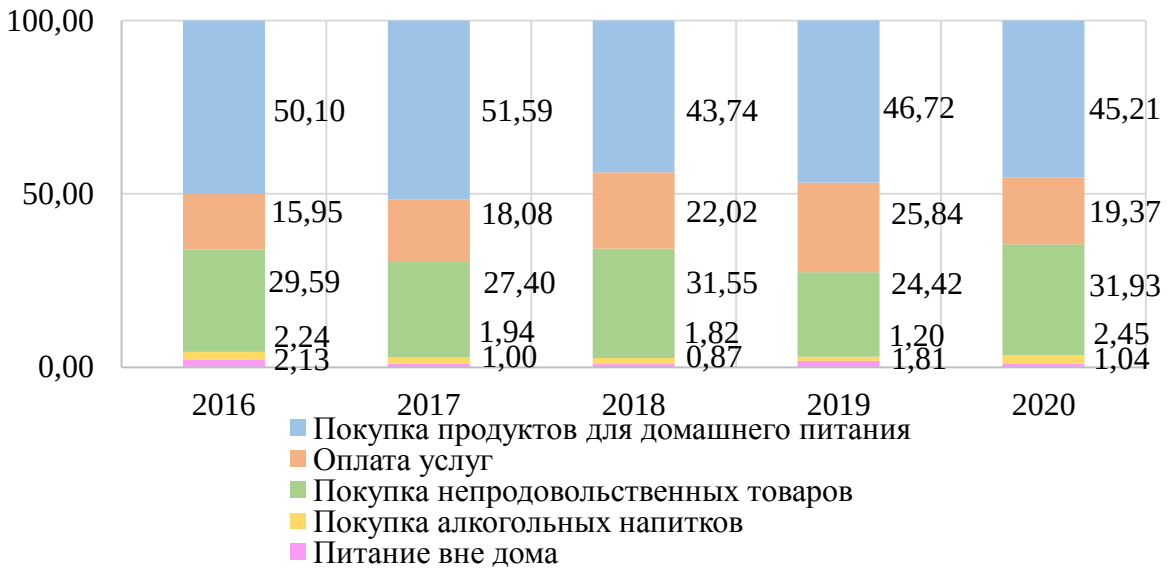


Рисунок 3 – Структура потребительских расходов домохозяйств, проживающих в городских населенных пунктах, 2016-2020 гг., %
Источник: составлено автором по данным [8, с. 76]

Таблица 5 – Состав потребительских расходов домохозяйств в среднем на члена домашнего хозяйства, проживающего в сельских населенных пунктах, относящихся к Севастопольскому региону, руб. в месяц

Расходы	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп прироста 2020-2019 гг., %	Темп прироста 2020-2016 гг., %
Покупка продуктов для домашнего питания	5428,3	5707,8	5275,8	6596,8	6898,2	4,57	27,08
Питание вне дома	209,3	296,8	128,6	209,7	118,1	-43,68	-43,57
Покупка алкогольных напитков	99,2	128,3	161,1	174,0	203,4	16,90	105,04
Покупка непродовольственных товаров	1735,4	1640,8	2159,8	2375,9	6905,5	190,65	297,92
Оплата услуг	2404,0	2883,3	2805,5	3397,5	3198,6	-5,85	33,05
Потребительские расходы – всего	9876,2	10657,0	10530,8	12753,9	17323,8	35,83	75,41

Источник: составлено автором по данным [8, с. 75]

По составу потребительских расходов домохозяйств, проживающих в сельских

населенных пунктах, максимальный рост расходов произошел по статье «Непродовольственные товары». Темп роста составил – 290,65 % в 2020 г. в сравнении с 2019 г. или 297,92 %, если сравнивать с 2016 г. В 2020 г. расходы на покупку непродовольственных товаров сельским населением составили 6905,5 руб. в месяц, что превышает затраты на продукты питания, которые составили 6898,2 руб. в месяц. Тенденция роста расходов на непродовольственные товары в 2020 г. связана с подорожанием товаров со значительной импортной составляющей, в частности на предметы гигиены и косметику, а также желание населения запастись ими впрок. В целом по г. Севастополь за 2020 г. в наибольших размерах выросли цены на непродовольственные товары: бинт – 28,4 %, спички – 25,7 %, памперсы детские бумажные – 14,8 %, полотенце личное – 14,4 % [14, с. 16].

Наблюдаются темпы снижения по статье «Питание вне дома» и «Оплата услуг». Расходы на питание не дома за представленный пятилетний период находились в среднем в пределах 100-200 руб. в месяц. Данный вид расходов снизился на 43,68 % в сравнении с 2019 г., и на 43,57 % в сравнении с 2016 г. Снижение расходов на оплату услуг составило 5,85 % в сравнении с 2019 г. Среди причин: снижение цен на некоторые виды услуг. В частности, по г. Севастополь в 2020 г. значительно снизились цены на следующие услуги: полет в салоне экономического класса самолета – 36,8 %, пребывание пациента в круглосуточном стационаре – 12,1 %, регулировка развала-схождения колес легкового автомобиля – 10,6 %, плата за пользование потребительским кредитом – 10,4 %, услуги банков – 10,1 % [14, с. 17].

Более наглядно динамику изменения структуры потребительских расходов домохозяйств сельского населения можно представить с помощью рисунка 4.

Из рисунка 4 следует, что наибольший удельный вес в общей структуре расходов сельского населения приходится на покупку продуктов для питания дома. Доля данного вида расходов находится в пределах 39,82-54,96 %. Второе по значимости место в структуре расходов населения – оплата услуг, доля расходов составляет от 18,46 % до 27,06 %. На покупку непродовольственных товаров приходится от 15,40 % до 39,86 %. Наименьшая доля расходов приходится на питание вне дома, в среднем 1 % от всех затрат. На покупку алкогольных напитков в среднем приходится 1-2 % от общей величины расходов сельского населения.

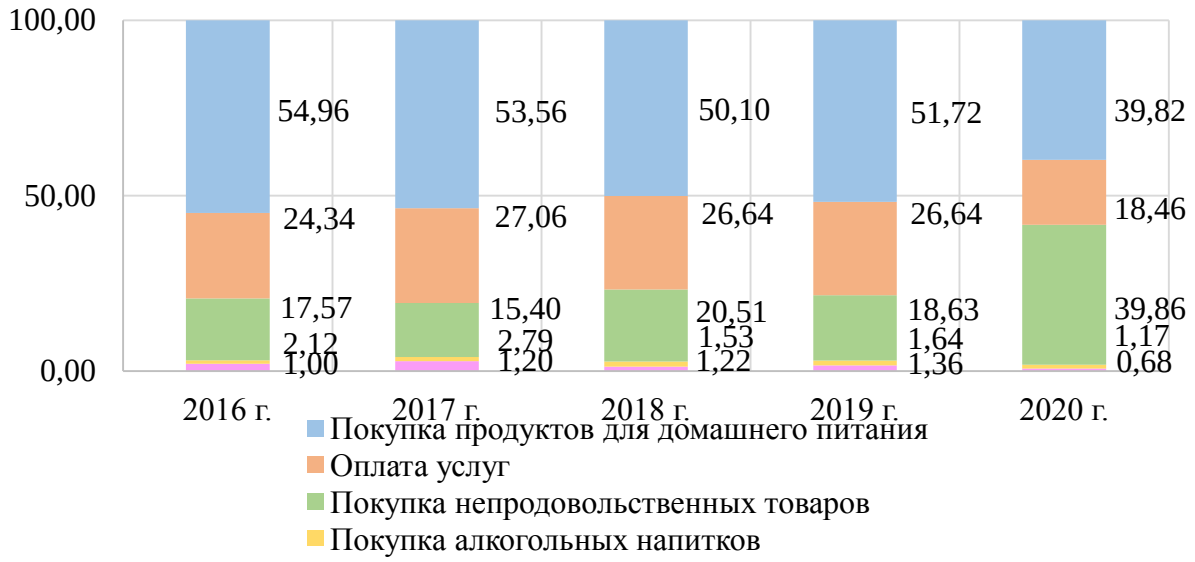


Рисунок 4 – Структура потребительских расходов домохозяйств, проживающих в сельских населенных пунктах, 2016-2020 гг.
Источник: составлено автором по данным [8, с. 76]

В целом, по всем представленным потребительским расходам, в среднем на члена домохозяйства, проживающего в сельском населенных пунктах, расходуется меньше

денежных средств, чем на проживающего в городском населенном пункте г. Севастополь. Анализ структуры потребительских расходов показал, что вне зависимости от места проживания наибольшая доля в общей структуре расходов приходится на покупку продуктов для домашнего питания.

Далее рассмотрим более подробно структуру потребительских расходов домашних хозяйств по группам продовольственных и непродовольственных товаров и услуг за 2016-2021 гг., представленную в таблице 6 [15].

Исходя из данных таблицы 6, на протяжении с 2016 г. по 2020 г. в рамках статьи «Покупка продуктов питания» наибольшую долю занимают расходы на мясо и мясные продукты, удельный вес в пределах 21,4-24,7 %, а также расходы на молоко и молочные продукты, с долей до 20,9 %. С 2019 г. расходы населения на молочные продукты имеют тенденцию к снижению. В 2019 г. по г. Севастополь хозяйствами всех категорий было произведено молока – 2769,3 т, что на 6,4 % меньше, чем в 2018 г. [10, с. 36]. По итогам 2020 г. было произведено 2720,4 т молока [11, с. 44], а в январе-декабре 2021 г. – 2198,4 т [16, с. 38]. Расходы на сахар ежегодно возрастают на протяжении пятилетнего периода. В 2018 г. во всех регионах России, произошёл скачок оптовых цен на сахар, что связано с неурожаем сахарной свеклы [17]. В 2020 г. цены на сахар и кондитерские изделия в г. Севастополь увеличились на 28 %, а на молоко – на 54 % [18]. Наименьший удельный вес в общей структуре расходов приходится на покупку яиц, а также масла и растительных жиров, в среднем 1,3 %.

В доле расходов на непродовольственные товары наибольший удельный вес приходится на покупку одежды, белья и ткани – от 23,1 % до 33,7 %. Второе место по значимости в структуре занимают расходы на медикаменты, товары личной гигиены, в среднем удельный вес составляет 23 %. Наименьший удельный вес приходится на строительные материалы, значение находится в пределах 0,2-1,2 %. Анализируя расходы на непродовольственные товары, в 2019 г. заметен высокий рост доли расходов на топливо и транспортные средства. Доля расходов на топливо возросла с 8,7 % до 14,7 %, а доля на транспортные средства – с 0,9 % до 7,8 %. Республика Крым и г. Севастополь по итогам января 2019 г. заняли лидирующие места в Южном федеральном округе по стоимости бензина [19]. Аналитики, близкие к крымскому топливному рынку, подчеркивают, что стоимость горючего на полуострове определяется прежде всего сложностями логистики.

В 2020 г. наблюдается максимальное значение удельного веса расходов по статье «Непродовольственные товары» вследствие увеличения доли расходов на мебель, бытовую технику и предметы для ухода за домом (доля данных расходов увеличилась с 9,7 % до 14,3 %). Также возросла доля расходов на белье, одежду, обувь и ткани с 23,1 % до 30,2 %. Рост расходов на непродовольственные товары связан с приобретением крупной бытовой техники. Так как во время пандемии люди стали больше времени проводить дома, бытовая техника стала товаром первой необходимости, ведь она помогает решать повседневные бытовые задачи и делает жизнь более комфортной. По данным ритейлера ПАО «М.Видео», за 10 месяцев 2020 г. российские потребители приобрели рекордное количество домашней техники за последние шесть лет. Продажи выросли на 17 %, до 11 млн единиц товаров, а в стоимостном выражении – на 22 % по сравнению с 2019 г., до 238 млрд рублей [20]. В 2020 г. в г. Севастополь увеличилось количество предметов длительного пользования, в большей степени таких как электрическая плита – на 3 шт., кофемашина – на 3 шт., телевизор – на 7 шт., смартфон – на 74 шт. За пятилетний период в 2020 г. наблюдается максимальное значение количества предметов длительного пользования у домохозяйств – 1173 шт. в среднем на 100 домохозяйств [8, с. 78].

В общей структуре расходов по статье «Оплата услуг» наибольшая доля приходится на оплату жилищно-коммунальных услуг. На протяжении пятилетнего периода доля расходов находится в пределах от 31,5 % до 36,4 %. Наименьшая доля расходов приходится на оплату санаторно-оздоровительных услуг, в среднем 0,7 %. В 2020 г. наблюдается максимальное значение доли расходов населения на оплату бытовых услуг – 23,9 %. Пандемия Ковид-19 способствовала росту спроса на услуги по уборке, ремонту и строительству, вызову «мастера

на час» и установке бытовой техники.

Таблица 6 – Структура потребительских расходов домашних хозяйств г. Севастополь по группам продовольственных и непродовольственных товаров и услуг, %

Расходы	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Потребительские расходы – всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
в том числе расходы:						
На покупку продуктов для домашнего питания:	50,3	51,6	44,0	47,0	44,9	47,1
хлебобулочные изделия и крупы	10,9	9,7	10,5	12,7	13,2	9,9
картофель	2,0	1,8	2,0	2,0	2,0	1,7
овощи	10,9	12,0	10,6	10,6	9,9	10,9
фрукты и орехи	11,6	14,9	10,3	10,3	11,3	10,2
мясо и мясные продукты	24,7	23,3	21,4	22,7	22,1	21,7
рыба и морепродукты	9,6	8,0	8,0	8,9	9,2	11,9
молоко и молочные продукты	15,8	16,9	20,9	17,2	16,1	12,5
сахар, джем, мед, шоколад и конфеты	4,3	5,1	5,4	5,9	6,1	5,3
яйца	1,6	1,2	1,2	1,4	1,5	1,5
масла и жиры	1,8	1,3	1,5	1,0	1,3	3,7
готовые блюда и другие виды продуктов питания	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	5,3
чай, кофе, безалкогольные напитки и др.	6,8	5,8	8,2	7,3	7,3	5,4
На питание вне дома	2,1	1,1	0,9	1,8	1,0	1,7
На покупку алкогольных напитков	2,2	1,9	1,8	1,2	2,4	1,9
На покупку непродовольственных товаров:	29,1	26,9	31,1	24,1	32,4	30,2
одежду, белье, обувь и ткани	29,8	33,7	29,1	23,1	30,2	29,2
оборудование для информации и коммуникации	8,2	6,2	5,7	8,5	10,0	3,0
товары для организации отдыха, спортивных и культурных мероприятий						10,8
транспортные средства (включая аксессуары и ГСМ в 2021 г.)	4,2	0,7	0,9	7,8	4,1	8,0
мебель, домашнее оборудование, предметы для ухода за домом	18,2	18,5	20,2	9,7	14,3	18,0
строительные материалы	0,8	0,3	0,2	0,3	1,2	3,0
топливо (топливо для отопления и освещения жилья в 2021 г.)	9,0	8,5	8,7	14,7	6,7	0,0
табачные изделия	3,1	2,9	4,0	4,7	3,7	5,5
медикаменты, медицинскую и фармацевтическую продукцию (включая товары личной гигиены в 2016-2020 гг.)	20,3	22,8	23,9	24,7	21,6	7,6
другие непродовольственные товары (включая товары личной гигиены в 2021 г.)	6,4	6,4	7,3	6,5	8,2	14,9
На оплату услуг:	16,3	18,5	22,2	25,9	19,3	19,1
жилищно-коммунальные услуги	34,5	31,5	33,9	36,4	35,6	36,8
бытовые услуги	18,0	16,8	19,6	19,6	23,9	2,4
услуги по организации отдыха и культурных мероприятий	11,1	12,1	12,0	13,2	12,8	6,6
услуги в системе образования	7,4	7,5	4,5	6,4	4,9	2,6
медицинские услуги	7,0	9,0	9,5	4,7	3,9	5,9
санаторно-оздоровительные	1,7	0,8	0,2	0,2	н/д	н/д
транспортные, почтовые и курьерские услуги	7,8	8,7	8,0	5,3	6,2	10,9
информационно-коммуникационные услуги	10,7	9,6	9,7	10,7	9,7	15,9
услуги страхования и финансовые услуги	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1,2
услуги гостиниц и другие услуги размещения	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	0,1
прочие услуги	1,8	4,0	2,6	3,5	3,0	17,7

Источник: составлено автором по данным [15]

Услуги по уборке помещений за год подорожали на 50 %. Одна из причин – опережающий рост спроса (на 65 %) по сравнению с ростом предложения, которое увеличилось на 35 %. Услуги по ремонту и строительству в 2020 г. подорожали на 25 % по сравнению с 2019 г. Спрос на эти услуги вырос на 37 %, а предложение всего на 3 % [21].

Рассмотрим отдельно структуру потребительских расходов за 2021 г., так как с 1 квартала 2021 г. сбор и формирование показателей расходов домохозяйств осуществляется в соответствии с Классификатором индивидуального потребления домашних хозяйств по целям (КИПЦ-ДХ, версия 5).

Наибольшую долю в структуре занимают расходы на продукты питания дома – 47,1 %, наименьшая доля приходится на расходы питания не дома – 1,7 %. Среди расходов на покупку продуктов для питания дома больше всего домохозяйства расходуют денежных средств на мясо и мясные продукты – 21,7 %, а также на молоко и молочные продукты – 12,5 %, рыбу и морепродукты – 11,9 %. Минимальная доля затрат приходится на покупку яиц – 1,5 %, картофеля – 1,7 %. Среди расходов на покупку непродовольственных товаров больше всего домашние хозяйства расходуют денежных средств на белье, одежду, обувь и ткани – 29,2 %, мебель, бытовую технику, предметы для ухода за домом – 18,0 %, товары личной гигиены и прочие товары непродовольственного характера – 14,9 %. Минимальная доля затрат приходится на топливо для отопления и освещения жилья – 0,0 %, строительные материалы, а также оборудование для информации и коммуникации – 3 %. Среди расходов на оплату услуг больше всего домашние хозяйства расходуют денежных средств на оплату жилищно-коммунальных услуг – 36,8 %, прочие услуги – 17,7 %, информационно-коммуникационные услуги – 15,9 %. Минимальная доля затрат приходится на услуги гостиниц и другие услуги размещения – 0,1 %, услуги страхования и финансовые услуги – 1,2 %, бытовые услуги – 2,4 %. В 2021 г. в сравнении с 2020 г. увеличивается доля расходов на покупку продуктов для домашнего питания и на питание вне дома. Снижаются расходы на покупку алкогольных напитков, на покупку непродовольственных товаров и оплату услуг.

Рассмотрим структуру потребительских расходов домохозяйств в первом квартале 2022 г. в сравнении с первым кварталом 2021 г. в таблице 7 [7].

Таблица 7 – Структура потребительских расходов по группам непродовольственных и продовольственных товаров и услуг в 2021 и 2022 гг., %

Статьи расходов	I квартал 2021 г.	I квартал 2022 г.
На покупку продуктов питания	48,3	47,6
На питание вне дома	1,8	1,8
На покупку алкогольных напитков	2,5	2,4
На покупку непродовольственных товаров	27,3	29,0
На оплату услуг	20,1	19,2
Потребительские расходы – всего	100,0	100,0

Источник: составлено автором по данным [7]

В первом квартале 2022 г. по сравнению с первым кварталом 2021 г. сократилась доля расходов на продукты с 48,3 % до 47,6 %, что связано со снижением затрат на такие продукты питания, как: фрукты, орехи, рыбу, морепродукты, яйца, масла и жиры. Наибольшая доля среди расходов на покупку продуктов питания приходится на различные мясные продукты и мясо – 22 %, а также на молочные продукты – 13 %. Увеличение доли затрат на непродовольственные товары с 27,3 % до 29,0 % обусловлено ростом затрат на табачные изделия, товары личной гигиены, одежду, белье, обувь и ткани. Максимальная доля расходов среди затрат на непродовольственные товары приходится на одежду, обувь, бельё и ткани – 25,2 % в 2021 г. и 29,3 % в 2022 г. Минимальные затраты на топливо для отопления и освещения жилья – 0,0 %.

Снижение затрат на различные услуги населению с 20,1 % до 19,2 % было вызвано уменьшением потраченных средств на медицинские, жилищно-коммунальные, транспортные, почтовые, курьерские, информационные услуги, а также услуги в системе образования.

Максимальная доля расходов среди затрат на оплату услуг приходится на жилищно-коммунальные услуги – 42,1 % в 2021 г. и 38,5 % в 2022 г. Минимальные затраты приходятся на услуги гостиниц и другие услуги размещения – 0,0 %. Доля затрат на питание вне дома и покупку алкогольных напитков в 1-м квартале 2022 г. фактически осталась на уровне 2021 г.

Выводы. Проведенный анализ динамики потребительских расходов домашних хозяйств позволил сделать вывод о том, как изменились расходы в абсолютном и относительном выражении. Наиболее существенные изменения произошли по следующим видам расходов.

В 2020 г. максимальный рост произошел по статье расходов на алкогольную продукцию, что было связано с повышением ставки акцизов на алкоголь в России, а также с подорожанием импортных ингредиентов и оборудования для производства. Максимальный спад произошел по расходам на питание вне дома, что было связано с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой и ограничительными мерами безопасности во время пандемии. Наблюдалась максимальная доля расходов на непродовольственные товары – на мебель, бытовую технику, предметы для ухода за домом.

В целом за рассмотренный период с 2016 г. по 2020 г. среди расходов на покупку продуктов питания наибольшую долю занимают затраты на мясные продукты и мясо (максимально зафиксированная доля − 24,7 %), а также расходы на разнообразные молочные продукты (максимальная доля − 20,9 %). В структуре расходов на товары непродовольственного назначения наибольший удельный вес приходится на покупку одежды, белья и тканей – от 23,1 % до 33,7 %. Второе место по значимости в структуре занимают расходы на медикаменты, товары личной гигиены, в среднем удельный вес составляет 23 %. В общей структуре расходов на оплату услуг населения наибольшую долю занимает оплата жилищно-коммунальных услуг (максимальная доля за рассматриваемый период − 36,4 %). Наименьшая доля расходов приходится на оплату санаторно-оздоровительных услуг – в среднем около 0,7 %.

В среднем на одного члена домохозяйства, проживающего в сельском населенном пункте Севастопольского региона, расходуется меньше денежных средств, чем на проживающего в городе. Вне зависимости от места проживания наибольшая доля в общей структуре расходов приходится на покупку продуктов для домашнего питания. В структуре потребительских расходов 2021 г., как и в предыдущие периоды, наибольшую часть занимают расходы на продукты для домашнего питания – 47,1 %, а наименьшую – расходы на питание вне дома – 1,7 %. Высокая доля расходов на продукты питания может свидетельствовать о большом уровне расходов, связанных с удовлетворением физиологических потребностей человека и о малом уровне расходов на образование, путешествия, культурный досуг, соответственно может говорить о низком уровне жизни населения. На сегодняшний день основной задачей является повышение уровня и качества жизни населения, разработка необходимых мер в области социально-экономической политики государства.

Основным фактором, повлиявшим на уровень и структуру расходов населения г. Севастополь, за рассматриваемый период явилась пандемия Ковид-19 и ее последствия, которые проявились в снижении деловой активности, повышении безработицы и инфляционных ожиданиях. Также на расходы населения г. Севастополь влияет место проживания (город или сельская местность), налоговая политика (рост акцизов), ценовая политика (рост тарифов на жилищно-коммунальные услуги), международные санкции и таможенная политика (рост цен на импортные товары).

Список использованной литературы:

1. *Пидяшова О.П., Кравченко Т.Е., Терещенко Т.А.* Статистический анализ структуры расходов населения // Вестник Академии знаний. 2019. № 32 (3). С. 209-217.
2. *Широв А.А., Потапенко В.В.* Парадокс российского потребления // ЭКО. 2020. № 6. С. 8-25. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-6-8-25.
3. *Степанов Р.В.* Статистический анализ динамики расходов потребителей // Вестник Московского финансово-юридического университета. 2019. № 3. С. 144-153.

4. *Ершов Е.Е.* Анализ динамики и структуры потребительских расходов домохозяйств РФ за период с 2003 по 2018 гг. в разрезе разных социальных групп // Управление социально-экономическими системами: теория, методология, практика: сборник статей VI Международной научно-практической конференции в 2 ч. Часть 2. 2019. С. 55-62.
5. *Бурдяк А.Я.* Потребление товаров и услуг в 2020 г.: пандемическая модель // Экономическое развитие России. 2021. Т. 28. № 2. С. 65-68.
6. Национальные счета России в 2013-2020 годах: стат. сб. / Росстат. М., 2021. 429 с.
7. Официальный сайт «Федеральная служба государственной статистики». URL: https://rosstat.gov.ru/ (дата обращения: 07.12.2022).
8. Город Севастополь в цифрах 2021 г.: Крат. стат. сб. / Крымстат-С. 2022. 199 с.
9. Почему повысились цены на алкоголь. URL: https://woman.rambler.ru/cooking/46017688-pochemu-povysilis-tseny-na-alkogol/ (дата обращения 12.12.2022).
10. Отчет губернатора г. Севастополя о результатах деятельности Правительства за 2019 год от 21.12.2020 № 11465/01-01-02.1-17/02/20.
11. Отчет губернатора г. Севастополя о результатах деятельности Правительства за 2020 год от 14.05.2021 № 4498/01-01-02.1-17/02/21.
12. Самая дорогая водка на Чукотке и в Якутии. URL: https://evotor.ru/research/analitika-evotora-samaya-dorogaya-vodka-na-chukotke-i-v-yakutii/ (дата обращения 15.12.2022).
13. Отчет об итогах социально-экономического развития города Севастополя за январь-декабрь 2019 г. URL: https://sev.gov.ru/ (дата обращения 10.01.2023).
14. Отчет об итогах социально-экономического развития города Севастополя за январь-декабрь 2020 г. URL: https://sev.gov.ru/ (дата обращения 10.01.2023).
15. Официальный сайт «Федеральная служба государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю». URL: https://crimea.gks.ru/ (дата обращения 12.01.2023).
16. Отчет губернатора г. Севастополя о результатах деятельности Правительства за 2021 год от 20.05.2022 №4414/01-01-02.1-17/02/22.
17. Сладкая жизнь закончилась: в Крыму вслед за всей Россией подорожал сахар. URL: https://sevastopol.su/news/sladkaya-zhizn-zakonchilas-v-krymu-vsled-za-vsey-rossiey-podorozhal-sahar (дата обращения 12.01.2023).
18. Цены на продукты в Севастополе серьезно выросли за последний год. URL: https://crimea.ria.ru/20201117/Tseny-na-produkty-v-Sevastopole-serezno-vyrosli-za-posledniy-god-1118949778.html (дата обращения 17.01.2023).
19. Бензин в Крыму и Севастополе – самый дорогой по ЮФО. URL: https://forpostsevastopol.ru/social/benzin-v-krymu-i-sevastopole-samyj-dorogoj-po-jufo/ (дата обращения 17.01.2023).
20. Исследование: россияне в 2020 году приобрели рекордное количество бытовой техники. URL:https://finance.rambler.ru/money/45429163-issledovanie-rossiyane-v-2020-godu-priobreli-rekordnoe-kolichestvo-bytovoy-tehniki/ (дата обращения 17.01.2023).
21. В «Авито» назвали самые подорожавшие за год пандемии услуги. URL: https://www.rbc.ru/business/26/01/2021/600f21159a79473040ad4eb7 (дата обращения 17.01.2023).

References:

1. Pidyashova O.P., Kravchenko T.E., Tereshchenko T.A. Statisticheskij analiz struktury raskhodov naseleniya [Statistical analysis of the structure of expenditures of the population]. *Vestnik Akademii znanij* [Bulletin of the Academy of Knowledge], 2019, no. 32 (3), pp. 209-217. (In Russian).
2. Shirov A.A., Potapenko V.V. Paradoks rossijskogo potrebleniya [The Paradox of Russian consumption]. *EKO* [EKO], 2020, no. 6, pp. 8-25. DOI: 10.30680/ESO0131-7652-2020-6-8-25. (In Russian).
3. Stepanov R.V. Statisticheskij analiz dinamiki raskhodov potrebitelej [Statistical analysis of consumer spending dynamics]. *Vestnik Moskovskogo finansovo-yuridicheskogo universiteta* [Moscow University of Finance and Law], 2019, no. 3, pp.144-153. (In Russian).

4. Ershov E.E. Analiz dinamiki i struktury potrebitel'skih raskhodov domohozyajstv RF za period s 2003 po 2018 gg. v razreze raznyh social'nyh grupp [Analysis of the dynamics and structure of consumer spending of households of the Russian Federation for the period from 2003 to 2018 in the context of different social groups]. *Sbornik statej 6 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Upravlenie social'no-ekonomicheskimi sistemami: teoriya, metodologiya, praktika». Chast' 2* [Collection of articles of the 6th International Scientific and Practical Conference "Management of socio-economic systems: theory, methodology, practice". Part 2], 2019, pp. 55-62. (In Russian).
5. Burdyak A.Ya. Potreblenie tovarov i uslug v 2020 g.: pandemicheskaya model' [Consumption of goods and services in 2020: a pandemic model]. *Ekonomicheskoe razvitie Rossii* [Economic development of Russia], 2021, vol. 28, no. 2, pp. 65-68. (In Russian).
6. *Nacional'nye scheta Rossii v 2013-2020 godah* [National accounts of Russia in 2013-2020]. Moscow, Rosstat Publ., 2021, 429 p. (In Russian).
7. *Oficial'nyj sajt «Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki».* [The official website of the «Federal State Statistics Service»]. (In Russian). Available at: https://rosstat.gov.ru / (accessed 07.12.2022).
8. *Gorod Sevastopol' v cifrah 2021 g.* [The city of Sevastopol in figures 2021]. Simferopol, Krymstat Publ., 2022, 199 p. (In Russian).
9. *Pochemu povysilis' ceny na alkogol'* [Why alcohol prices have increased]. (In Russian). Available at: https://woman.rambler.ru/cooking/46017688-pochemu-povysilis-tseny-na-alkogol/ (accessed 12.12.2022).
10. *Otchet gubernatora g. Sevastopolya o rezul'tatah deyatel'nosti Pravitel'stva za 2019 god* [Report of the Governor of Sevastopol on the results of the Government's activities for 2019]. 21.12.2020 no. 11465/01-01-02.1-17/02/20. (In Russian).
11. *Otchet gubernatora g. Sevastopolya o rezul'tatah deyatel'nosti Pravitel'stva za 2020 god* [Report of the Governor of Sevastopol on the results of the Government's activities for 2020]. 14.05.2021 no. 4498/01-01-02.1-17/02/21. (In Russian).
12. *Samaya dorogaya vodka na Chukotke i v Yakutii* [The most expensive vodka in Chukotka and Yakutia]. (In Russian). Available at: https://evotor.ru/research/analitika-evotora-samaya-dorogaya-vodka-na-chukotke-i-v-yakutii / (accessed 15.12.2022).
13. *Otchet ob itogah social'no-ekonomicheskogo razvitiya goroda Sevastopolya za yanvar'-dekabr' 2019 g.* [Report on the results of the socio-economic development of the city of Sevastopol for January-December 2019]. (In Russian). Available at: https://sev.gov.ru / (accessed 10.01.2023).
14. *Otchet ob itogah social'no-ekonomicheskogo razvitiya goroda Sevastopolya za yanvar'-dekabr' 2020 g.* [Report on the results of the socio-economic development of the city of Sevastopol for January-December 2020]. (In Russian). Available at: https://sev.gov.ru / (accessed 10.01.2023).
15. *Oficial'nyj sajt «Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki po Respublike Krym i g. Sevastopolyu»* [Official website of the Federal State Statistics Service for the Republic of Crimea and Sevastopol]. (In Russian). Available at: https://crimea.gks.ru / (accessed 12.01.2023).
16. *Otchet gubernatora g. Sevastopolya o rezul'tatah deyatel'nosti Pravitel'stva za 2021 god* [Report of the Governor of Sevastopol on the results of the Government's activities for 2021]. 20.05.2022 no. 4414/01-01-02.1-17/02/22. (In Russian).
17. *Sladkaya zhizn' zakonchilas': v Krymu vsled za vsej Rossiej podorozhal sahar* [The sweet life is over: sugar has risen in price in Crimea after the whole of Russia]. (In Russian). Available at: https://sevastopol.su/news/sladkaya-zhizn-zakonchilas-v-krymu-vsled-za-vsey-rossiey-podorozhal-sahar (accessed 12.01.2023).
18. *Ceny na produkty v Sevastopole ser'ezno vyrosli za poslednij god* [Food prices in Sevastopol have grown significantly over the past year]. (In Russian). Available at: https://crimea.ria.ru/20201117/Tseny-na-produkty-v-Sevastopole-serezno-vyrosli-za-posledniy-god-1118949778.html (accessed 17.01.2023).
19. *Benzin v Krymu i Sevastopole – samyj dorogoj po YuFO* [Gasoline in Crimea and Sevastopol is the most expensive in the Southern Federal District]. (In Russian). Available at:

https://forpostsevastopol.ru/social/benzin-v-krymu-i-sevastopole-samyj-dorogoj-po-jufo/ (accessed 17.01.2023).
20. *Issledovanie: rossiyane v 2020 godu priobreli rekordnoe kolichestvo bytovoj tekhniki* [Research: Russians purchased a record number of household appliances in 2020]. (In Russian). Available at: https://finance.rambler.ru/money/45429163-issledovanie-rossiyane-v-2020-godu-priobreli-rekordnoe-kolichestvo-bytovoy-tehniki / (accessed 17.01.2023).
21. *V «Avito» nazvali samye podorozhavshie za god pandemii uslugi* [In Avito was named the most expensive services for the year of the pandemic]. (In Russian). Available at: https://www.rbc.ru/business/26/01/2021/ 600f21159a79473040ad4eb7 (accessed 17.01.2023).

Сведения об авторах / Information about authors

Плотникова Валерия Викторовна	студент 2-го курса магистратуры направления подготовки «Экономика» (профиль «Экономика предприятий и организаций») Севастопольский государственный университет 299053, Россия, г. Севастополь, ул. Университетская, 33 valeri00v@yandex.ru
Plotnikova Valeriya Viktorovna	2nd year student of the master's degree of the training direction “Economics” (profile “Economics of enterprises and organizations”) Sevastopol State University 33 Universitetskaya str., Sevastopol, 299053, Russia valeri00v@yandex.ru
Гармашова Елена Петровна	канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономика предприятия» Севастопольский государственный университет 299053, Россия, г. Севастополь, ул. Университетская, 33 elena.chep@rambler.ru
Garmashova Elena Petrovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor of the Department of Enterprise Economics Sevastopol State University 33 Universitetskaya str., Sevastopol, 299053, Russia elena.chep@rambler.ru

УДК 657.1.011.56 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.020**

Рысина В.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ

Аннотация. В статье рассмотрены основные направления применения цифровых технологий в сфере бухгалтерского учета с целью его эффективного ведения. Дана характеристика облачных сервисов и бухгалтерских онлайн-сервисов, разработанных в РФ. Выявлены преимущества и недостатки технологии блокчейна для ведения бухгалтерского учета и составления финансовой отчетности. Изучены основные возможности двух типов роботизированных решений, таких как RPA (Robotic Process Automation) и IA (Intelligent Automation), использующиеся для автоматизации рутинных бухгалтерских операций. Рассмотрена технология «цифровой двойник», позволяющая создавать виртуальные модели физического объекта или процесса для автоматизации процесса составления первичных документов, ведение оперативного учета и проведение инвентаризаций активов. Построена схема информационного обеспечения бухгалтерского учета с использованием цифровых технологий, с помощью которых формируется единое информационное пространство, удовлетворяющее потребностям различных пользователей.
Ключевые слова: цифровые технологии, цифровизация, блокчейн, роботизация, чат-бот, искусственный интеллект.

Rysina V.A.

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN ACCOUNTING

Abstract. The article considers the main directions of application of digital technologies in the field of accounting for the purpose of its effective management. The characteristics of cloud services and online accounting services developed in the Russian Federation are given. The advantages and disadvantages of blockchain technology for accounting and financial reporting are revealed. The main capabilities of two types of robotic solutions, such as RPA (Robotic Process Automation) and IA (Intelligent Automation), used to automate routine accounting operations, are studied. The “digital twin” technology is considered, which allows creating virtual models of a physical object or process to automate the process of compiling primary documents, maintaining operational records and conducting asset inventories. The scheme of information support of accounting with the use of digital technologies is constructed, with the help of which a single information space is formed that meets the needs of various users.
Keywords: digital technologies, digitalization, blockchain, robotics, chatbot, artificial intelligence.

Введение. В настоящее время область применения преимуществ передовых информационных технологий постоянно расширяется. При этом данные технологии, как правило, оказывают существенное положительное влияние на деятельность субъектов хозяйствования. Благодаря этому компании ежегодно увеличивают объем инвестиций в собственные информационные системы. Согласно аналитическому исследованию TAdviser, общий размер финансирования цифровизации в РФ в 2021 г. составил почти 5 трлн руб., что на 19 % больше по сравнению с 2020 г. [1].

В сфере бухгалтерского учета использование цифровых технологий способствует улучшению качества отслеживаемости учетных данных, снижению расходов на обработку больших объемов информации, а также формирует условия для повышения степени достоверности публикуемых данных.

Однако внедрение информационных технологий в учетные процессы влечет за собой возникновение определенных рисков, которые могут привести к минимизации эффекта от внедрения и даже к возникновению значительных убытков у компаний. На сегодняшний день к IT-рискам относятся не только негативные события, связанные со специфическими

угрозами информационной безопасности (хищение и информации, атаки хакеров, компьютерные вирусы), а также сложность и неэффективное использование внедренных информационных технологий.

В условиях цифровизации технология ведения бухгалтерского учета претерпевает существенные изменения, которые связаны с инновациями в области движения информации и ее хранения. Это происходит благодаря внедрению новейших цифровых технологий. Также в системе бухгалтерского учета наблюдается привлечение информации, имеющей неэкономическое направление. Все вышеуказанное влияет на формирование новой национальной системы бухгалтерского учета, интегрирующей учетную информацию, которая будет отражать состояние внутренних процессов компании и воздействие внешней среды. Благодаря цифровым технологиям у современных бухгалтеров появляются новые инструменты и перспективы развития профессии.

Цель исследования заключается в анализе основных направлений использования цифровых технологий, предусматривающих обеспечение эффективного развития и функционирования бухгалтерского учета в современных условиях.

Материалы и методы исследования. Проблемам цифровизации бухгалтерского учета и применения информационных технологий в данной сфере посвящены научные труды Варламовой Д.В. [2], Дружиловской Т.Ю. [3], Булыги Р.П. [4], Гузова Ю.Н. [5], Егоровой С.Е. [6], Узденовой Ф.М. [7], Карповой Т.П. [8] и др. ученых.

В исследовании применены общенаучные методы, методы сравнительного анализа, графический метод, а также описательный метод, с помощью которых был рассмотрен материал по проблематике исследования.

Результаты исследования и их обсуждение. Как показывают исследования, цифровые информационные технологии постепенно меняют предметную технологию в бухгалтерском учете [7]. При этом под предметной технологией следует понимать последовательность выполнения определенных действий (процедур) по преобразованию первичных данных в результатную информацию. Использование в данном процессе цифровых технологий, как правило, изменяет способы ведения первичного учета, обработки информации и получения выходных данных, структуру рабочего плана счетов и количество справочников используемых учетных программ, а также исключает выполнение отдельных учетных процедур.

Применяемые при организации учета различные программные продукты повышают, прежде всего, эффективность информационной системы учета, значительно снижают степень возникновения ошибок, связанных с «человеческим фактором», устраняют дублирование данных. Благодаря использованию цифровых технологий у бухгалтера появляются дополнительные возможности для выполнения контрольных и аналитических функций.

Как правило, основной элемент автоматизированной информационной системы предприятия – информационная система учета. При ведении учета на предприятии одновременно может использоваться несколько видов программного обеспечения: программы учета, сервисы системы клиент-банк, справочные информационно-правовые системы, офисные приложения. Выбор тех или иных информационных технологий достаточно индивидуален для каждого субъекта хозяйствования исходя из его потребностей и возможностей.

Исследование эволюции применения информационных технологий в автоматизации учетных работ и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности позволило выделить основные направления данного процесса: электронные таблицы, бухгалтерские программы, интегрированные системы ERP управления предприятием, облачные технологии, технология блокчейна, роботизация и искусственный интеллект. Рассмотрим основные преимущества и недостатки каждого направления.

Электронные таблицы считаются достаточно удобным программным продуктом для выполнения отдельных простых учетных задач без применения специализированных

учетных программ. Например, с их помощью бухгалтер может систематизировать данные по выбранным параметрам, сформировать итоговые сведения и графический материал. Однако при использовании электронных таблиц существует риск потери данных или возникновения ошибок, могут возникать трудности при аудите данных и др.

Бухгалтерские программы позволяют комплексно автоматизировать организацию учета на предприятии, начиная с первичного учета и заканчивая формированием различной отчетности. Как правило, на рынке представлены универсальные конфигурации, однако при необходимости предприятие может адаптировать систему к собственным особенностям ведения учета. Основной недостаток данной информационной технологии – отсутствие модулей для решения аналитических и прогнозных задач, а также постоянная актуализация настроек и данных.

Применение интегрированных систем ERP управления предприятием позволяет объединять несколько предметных областей при автоматизации, например, подсистема бухгалтерского учета и подсистемы планирования, бюджетирования и др. Данные ERP системы могут решать сразу несколько задач: учет и нормирование производственных затрат, оценка результатов деятельности организации и т.п. Интегрированные системы ERP управления предприятием хорошо себя зарекомендовали для решения управленческих задач (в том числе и учетных) на крупных предприятиях с сетью филиалов, большим ассортиментом запасов и складским хозяйством. Главная проблема внедрения систем ERP – совмещение и конвертация данных предприятия и его филиалов.

На сегодняшний момент одними из самых востребованных цифровых технологий среди бухгалтеров считаются облачные технологии и сервисы «онлайн бухгалтерии». В данных сервисах используются основные преимущества SaaS (software as a service), то есть пользователям предлагается готовая актуальная версия программного продукта, при помощи которого можно вести бухгалтерский учет и составлять отчетность.

Основные функции, выполняемые онлайн-сервисами, включают в себя следующее: составление документов (договоров, накладных, счетов и т. д.), ведение кадрового, бухгалтерского и налогового учета, формирование и сдачу отчетности. Кроме того пользователям предоставляется доступ к нормативно-правовой базе, оказываются дополнительные консультационные услуги в области учета и налогообложения. Работать с «облачной» бухгалтерией можно с любого устройства с помощью специальных приложений, что очень удобно в случае удаленной работы.

Адаптация использования облачных технологий для целей учета и отчетности имеет определенные преимущества, заключающиеся, прежде всего, в незначительных инвестициях в технологию, ограничении круга пользователей и удобном доступе к базам данных. Применение подобных технологий позволяет значительно сэкономить на организации учета, поскольку отпадает необходимость в приобретении специальных программ учета и ПК. Достаточно получить специальный доступ к сервису согласно установленным тарифам и иметь постоянный Интернет. Однако облачная технология имеет один существенный недостаток – за безопасность и хранение информации отвечает не только бухгалтер, но и поставщик облачного сервиса.

В 2021 г. порталом TAdviser было проведено исследование рынка российского бухгалтерских онлайн-сервисов [1]. Оценивание сервисов осуществлялось по 128 параметрам в баллах и затронуло основные выполняемые функции сервисов, качество сопроводительных услуг, обмен данными с другими приложениями, используемыми бухгалтерами, а также тарифные планы за пользование сервисами. Результат проведенного исследования представлен на рисунке 1.

Как видно из гистограммы максимальные баллы за наилучшие функциональные возможности и качество услуг получили сервисы «Мое дело», «1С», «Кнопка». Поэтому число пользователей услугами данных сервисов постоянно растет. Сервисы «Контур», «ИНФИН» и «Небо» рассчитаны, в основном, на малый бизнес и ИП, имеют достаточный

состав предоставляемых бухгалтерских услуг для данных пользователей и возможности для дальнейшего развития.

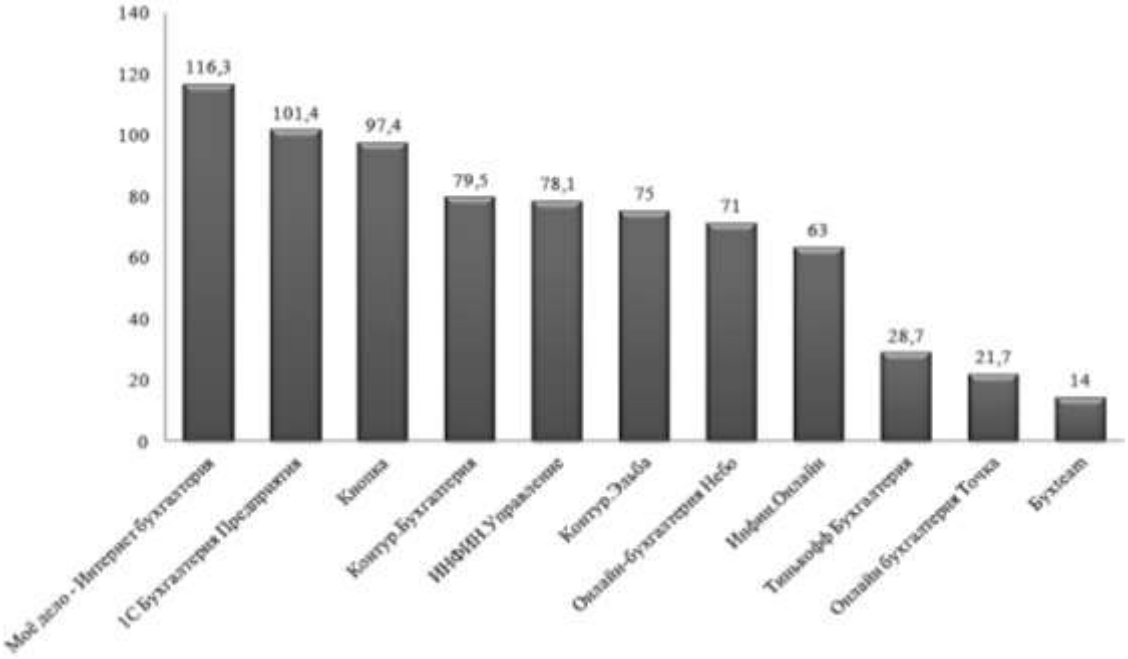


Рисунок 1 – Оценка бухгалтерских онлайн-сервисов РФ в 2021 г.
Источник: составлено автором с использованием [1]

Однако вышеперечисленным цифровым технологиям свойственны общие недостатки: риск потери данных, возникновение недостоверных и ошибочных данных, ориентация на действующую методологию учета. Решить данные проблемы можно с помощью внедрения следующих цифровых технологий: технологии блокчейна, роботизации и искусственного интеллекта. Основные направления использования данных технологий применительно к организации и ведению учетного процесса приведены на рисунке 2.

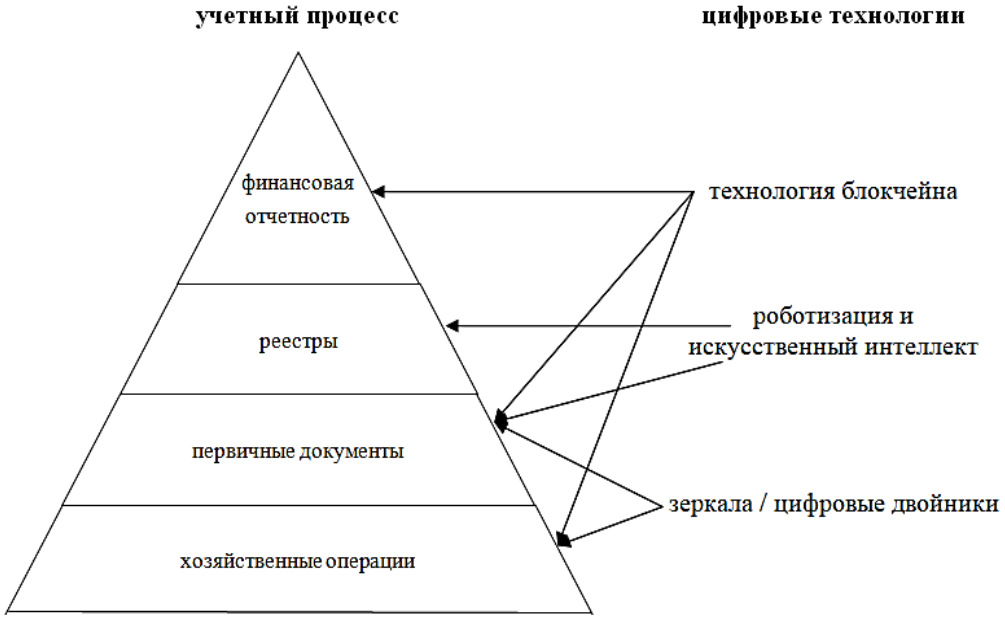


Рисунок 2 – Использование цифровых технологий применительно к учетному процессу
Источник: составлено автором с использованием [5]

Цифровая технология – блокчейн на сегодняшний день признана одной из самых перспективных для организации и ведения бухгалтерского учета, поскольку координирует финансовые данные и передачу прав владения активами с составлением бухгалтерских книг. По сути это и есть электронная бухгалтерская книга, сформированная на основании транзакций участников сделки в сети Интернет.

Запись в блокчейне – электронная запись, отражающая обмен активами между его участниками. Основными элементами блокчейна являются общая (единая) для участников база данных, криптографические средства защиты, «умные договоры», операции осуществляются в режимы реального времени. Записи по каждой транзакции отражаются с использованием так называемой «тройной записи» – дебет, кредит счетов у каждого участника плюс запись в государственном (международном) регистре.

Процесс осуществления операций блокчейна представляется в виде последовательно выполняемых блоков, исключающий любое изменение информации благодаря применению цифровой подписи участниками (рис. 3).

Рисунок 3 – Схема осуществления блокчейна
Источник: составлено автором с использованием [2, 5, 9]

Технология блокчейна позволяет обеспечить достаточно открытую и достоверную базу, которая может использоваться для отслеживания активов и учета денежных средств, определения стоимости имущества и т. д. Применение данной цифровой технологии значительно упрощает процесс закупок и расчетов с контрагентами. На рисунке 4 рассмотрен один из вариантов модели применения блокчейна в практической деятельности предприятия.

Блокчейн создает единое информационное пространство, используемое всеми участниками для ведения учета и составления отчетности, решения собственных управленческих задач, осуществляется посредством использования искусственного интеллекта. В приведенном примере (рис. 4) сведения о реализации автомобиля одновременно фиксируются в ГИБДД, ФНС и в бухгалтерском учете у каждого из контрагентов, исключая при этом вероятность изменения данных, так как операции осуществляются в режиме реального времени.

Технология блокчейна сохраняет проведенные операции в единой открытой облачной базе данных, которая может использоваться аудиторами, банками, государственными органами и контрагентами для получения достоверных данных. Данная цифровая технология имеет огромный потенциал для совершенствования организации бухгалтерского учета благодаря, прежде всего, снижению расходов на составление и хранение различных отчетов (ведомостей, книг и др.). Кроме того, одним из достоинств данной цифровой технологии – прозрачность облачных записей и защита от мошенничества и коррупции.

Рисунок 4 – Вариант применения блокчейна
Источник: составлено автором с использованием [6]

Однако внедрению и повсеместному распространению технологий блокчейна при ведении бухгалтерского учета препятствуют определенные обстоятельства:

- несовершенная на сегодняшний день нормативно-правовая база в области цифрового учета,
- высокая стоимость внедрения платформы блокчейна,
- кадровый вопрос (отсутствие специалистов-бухгалтеров),
- подготовка специалистов в соответствии с требованиями цифровизации учета.

В настоящее время ведется полемика исследователей относительно влияния современных цифровых технологий искусственного интеллекта и роботизации на ведение бухгалтерского учета. Пока полностью заменить работу бухгалтера роботом в современных реалиях не представляется возможным. Роботизация, как правило, направлена на выполнение трудоемких и рутинных задач.

Цифровизация второго и третьего элементов учетной пирамиды (составление различных реестров и первичных документов) осуществляется благодаря роботизации бухгалтерского учета (рис. 2). Она реализуется с помощью специальных программных продуктов. Основным достоинства данной современной цифровой технологии отражены на рисунке 5.

Роботизация направлена, прежде всего, на цифровизацию отдельных бухгалтерских операций. Робот (чат-бот) представляет собой отдельное виртуальное рабочее место, работающее по установленному алгоритму. Один робот может осуществить только один процесс. Кроме того, разработаны роботы-программы – так называемые «цифровые сотрудники», интегрируемые с информационной системой посредством специальных приложений [5].

Роботизация используется в процессе ведения бухгалтерского учета на всех стадиях, при этом, полностью не заменяя бухгалтеров, а взаимодействует и координирует работу нескольких программ и сервисов.

Сегодня в бухгалтерии успешно применяются два типа роботизированных решений:

- RPA (Robotic Process Automation);
- IA (Intelligent Automation).

Рисунок 5 – Основные преимущества применения роботизации в учете
Источник: составлено автором с использованием [4, 9]

Роботы RPA (Robotic Process Automation) – цифровые технологии для автоматизации шаблонных бухгалтерских операций. Основные бухгалтерские операции, выполняемые роботами RPA – это операции, связанные с выпиской первичных документов, с ведением справочников, расчетами с сотрудниками по оплате труда и начисление НДФЛ, рассылкой отчетов. Для внедрения указанных роботов не нужно координально изменять информационные системы и технологии, которые уже применяет предприятие.

К основным показателям эффективности от применения технологий роботизации Blue Prism по данным статистического исследования фирмы IAS DigITal – «1С: Центр разработки» относят:

- онлайн режим 24/7,
- фиксированная стоимость лицензии,
- высокая степень и качество полученных данных,
- срок внедрения робота – 3 месяца [10].

Кроме того, элементы роботизации можно использовать при подготовке различных видов отчетности в информационных системах (Контур, 1С) в случае использования и передачи информации из разных программ или онлайн сервисов. Данный процесс осуществляется следующим образом: запуск чат-бота, его одновременная работа в нескольких программах и сервисах, создание требуемых форм отчетов и передача созданного документа чат-ботом бухгалтеру по каналам связи.

IA (Intelligent Automation) – это уже технология, которую можно отнести к искусственному интеллекту. Данные решения строятся на базе машинного обучения и анализе данных.

В бухгалтерском учете в настоящий момент применяются следующие варианты искусственного интеллекта:

1) OCR (Optical Character Recognition) – это превращение в электронный формат данных из отсканированных документов.

Подобная цифровая технология уже используется в сервисах Entera и Jetlex, позволяющих переносить информацию из отсканированных бумажных первичных документов в программы фирмы 1С.

2) ML (Machine Learning) – математическая модель, анализирующая данные и принимающая решение без соблюдения четкого алгоритма.

Технология ML может использоваться для разделения и распознавания отсканированных документов по составу реквизитов. При этом вероятность ошибки составляет всего 1-2%.

На сегодняшний день технологии IA успешно внедряются различными российскими компаниями. Например, сервис аутсорсинга «Кнопка» применяет технологию Smart ID Engine (ранее Smart IDReader) – систему искусственного интеллекта для распознавания документов. Кроме того программисты данного онлайн-сервиса создали более 60 программ-

роботов, точность действий которых составляет 98%. Искусственный интеллект используется сотрудниками компании для распознавания типов документов (счет, накладная, акт и др.), которые в виде сканов присылают в онлайн-сервис клиенты. Затем данные документы разбираются по разным группам: по платежам, начисленным налогам и т.п. При этом разработанные роботы успешно взаимодействуют с софтом системы 1С.

Несмотря на рассмотренные преимущества искусственного интеллекта, его применение для формирования учетной политики и выбора системы налогообложения предприятия пока еще находится на «грани фантастики». В недалеком будущем трансформация бухгалтера в постановщика задач для роботов-помощников станет основным направлением совершенствования ведения бухгалтерского учета.

Цифровые технологии также могут изменять способы обработки данных в учетной пирамиде (рис. 2). Для замены ручного способа на автоматизированный при отражении хозяйственных операций в учете и составлении первичных документов можно использовать технологию «цифровых двойников» (Digital Twin) или как ее еще называют технологию «зеркал». Данная технология является частью технологии «Индустрия 4.0» [11].

«Цифровой двойник» («зеркало») – это виртуальная модель физического объекта, системы или процесса. Например, для создания «двойника» физического объекта учета (например, автомобиль) на него устанавливаются различные датчики, которые формируют его цифровую модель и создают «присутствие» актива в учете. В результате в реальном режиме времени в базе данных появится учетная оценка объекта. Применение «цифровых двойников» позволит полностью автоматизировать процесс составления первичных документов, ведение оперативного учета и проведение инвентаризаций активов. Кроме того в «зеркале» актива могут храниться различные виды оценок объекта учета (первоначальная, справедливая, ликвидационная и т.п.).

В результате применения цифровых технологий в бухгалтерском учете формируется единое информационное пространство, удовлетворяющее потребностям различных пользователей (рис. 6).

Рисунок 6 – Схема информационного обеспечения учета с использованием цифровых технологий
Источник: составлено автором с использованием [6, 11]

Использование современных средств цифровизации в настоящий момент позволяет создавать на многих предприятиях цифровые бухгалтерии, которые включают следующие компоненты:

- учетные специализированные программы – составление первичных документов, бухгалтерских записей, учетных регистров;
- систему «клиент-банк» – обмен информацией с банками;
- систему предоставления отчетности по каналам связи – передача в ФНС;
- систему электронного документооборота – обмен документами как внутри организации, так и с контрагентами.

Выводы. Применение цифровых технологий позволяет снизить управленческие расходы на организацию и ведение бухгалтерского учета, повысить его качество и оперативность, исключить выполнение рутинных трудоемких учетных операций. Благодаря использованию цифровых технологий у бухгалтера появляются дополнительные возможности для выполнения контрольных и аналитических функций. Кроме того цифровизация будет оказывать положительное влияние на занятость специалистов в области учета и реформирования механизма их обучения.

Список использованной литературы:

1. Сайт TAdviser – портал выбора технологий и поставщиков. URL: https://www.tadviser.ru/ (дата обращения 22.12.2022)
2. *Варламова Д.В., Алексеева Л.Д.* Вопросы внедрения цифровых технологий в систему бухгалтерского учета // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 5-2. С. 248-254.
3. *Дружиловская Т.Ю.* Модернизация финансовой отчетности организаций в условиях цифровой экономики // Учет. Анализ. Аудит. 2019. № 6 (1). С. 50-61.
4. *Булыга Р.П.* Роль цифровизации в трансформации учетно-аналитических и контрольных процессов // Экономика и управление: проблемы, решения. 2019. № 3. С. 4–10.
5. *Гузов Ю.Н.* Блокчейн в учета и аудите // Экономика и управление: проблемы, решения. 2019. № 3. С. 46–53.
6. *Егорова С.Е., Богданович И.С.* Перспективы применения информационных технологий в бухгалтерском учете в условиях глобализации // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2019. № 6. С. 38-47.
7. *Узденова Ф.М., Алиева А.Б., Малсюгенова З.В.* Современные информационные технологии в бухгалтерском учете и управлении // Вестник Академии знаний. 2022. № 49. С. 298-303.
8. *Карпова Т.П.* Направления развития бухгалтерского учета в цифровой экономике // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018. № 3 (111). С. 52-57.
9. *Башкатов В.В., Брык В.Ю., Зеленская А.М.* Особенности бухгалтерского учета и отчетности в условиях цифровой экономики // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 5. С. 5-10.
10. Роботизация бизнес-процессов. URL: https://iasdigital.ru/robotic-process-automation-rpa (дата обращения 22.12.2022).
11. Бухгалтерский учет в XXI веке: монография / под ред. Ю.Н. Гузова, В.В. Ковалева, О.Л. Маргания. СПб.: Скифия-принт, 2021. 250 с.

References:

1. *Sayt TAdviser – portal vybora tekhnologij i postavshchikov* [Site of the TAdviser – Technology and Supplier selection portal]. (In Russian). Available at: https://www.tadviser.ru/ (accessed 22.12.2022).
2. Varlamova D.V., Alekseeva L.D. Voprosy vnedreniya cifrovyh tekhnologij v sistemu buhgalterskogo ucheta [Issues of introduction of digital technologies into the accounting

system]. *Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 2020, no. 5-2, pp. 248-254. (In Russian).
3. Druzhilovskaya T.Yu. Modernizaciya finansovoj otchetnosti organizacij v usloviyah cifrovoj ekonomiki [Modernization of financial statements of organizations in the digital economy]. *Uchet. Analiz. Audit* [Accounting. Analysis. Audit], 2019, no. 6 (1), pp. 50-61. (In Russian).
4. Bulyga R.P. Rol' cifrovizacii v transformacii uchetno-analiticheskih i kontrol'nyh processov [The role of digitalization in the transformation of accounting, analytical and control processes]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and management: problems, solutions], 2019, no. 3, pp. 4-10. (In Russian).
5. Guzov Yu.N. Blokchejn v ucheta i audite [Blockchain in accounting and auditing]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and management: problems, solutions], 2019, no. 3, pp. 46-53. (In Russian).
6. Egorova S.E., Bogdanovich I.S. Perspektivy primeneniya informacionnyh tekhnologij v buhgalterskom uchete v usloviyah globalizacii [Prospects for the use of information technologies in accounting in the context of globalization]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU* [Scientific and Technical Bulletin of SPbSPU], 2019, no. 6, pp. 38-47. (In Russian).
7. Uzdenova F.M., Alieva A.B., Malsugenova Z.V. Sovremennye informacionnye tekhnologii v buhgalterskom uchete i upravlenii [Modern information technologies in accounting and management]. *Vestnik Akademii znanij* [Bulletin of the Academy of Knowledge], 2022, no. 49, pp. 298-303. (In Russian).
8. Karpova T.P. Napravleniya razvitiya buhgalterskogo ucheta v cifrovoj ekonomike [Directions of accounting development in the digital economy]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Izvestiya of the St. Petersburg State University of Economics], 2018, no. 3 (111), pp. 52-57. (In Russian).
9. Bashkatov V.V., Bryk V.Yu., Zelenskaya A.M. Osobennosti buhgalterskogo ucheta i otchetnosti v usloviyah cifrovoj ekonomiki [Features of accounting and reporting in the digital economy]. *Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 2022, no. 5, pp. 5-10. (In Russian).
10. *Robotizaciya biznes-processov* [Robotization of business processes]. (In Russian). Available at: https://iasdigital.ru/robotic-process-automation-rpa (accessed 22.12.2022).
11. Guzov Yu.N., Kovalev V.V., Marganiya O.L. (eds.) *Buhgalterskij uchet v XXI veke* [Accounting in the XXI century]. St. Petersburg, Scythia-print Publ., 2021, 250 p. (In Russian).

Сведения об авторе / Information about author

Рысина Виктория Александровна	канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 vika_daria@mail.ru
Rysina Victoria Alexandrovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Department of economics and humanities Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Ordzhonikidze str., 82 vika_daria@mail.ru

УДК 339.138:7.05 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.021**

Скоробогатова В.В., Муковина Т.В.

АРТ-МАРКЕТИНГ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ СТИМУЛИРОВАНИЯ СБЫТА ПРОДУКЦИИ АРТ-БИЗНЕСА

Аннотация. В данной статье рассматривается понятие арт-маркетинга, как одного из основных направлений стимулирования сбыта продукции отечественного и мирового арт-бизнеса. Проводится анализ становления и развития арт-бизнеса и арт-рынка в России и в мире. Описывается основная структура арт-рынка, включающая в себя: продавца произведений искусства, покупателя и посредника, выступающего в роли третьей стороны в процессе купли-продажи. Раскрываются основные цели и задачи арт-маркетинга. Описываются особенности общей концепции арт-маркетинга и анализируется основная модель маркетинга в сфере арт-бизнеса, которая представляет собой дополненную 4P модель общей теории маркетинга и состоит из семи элементов: product (продукт), price (цена), place (место), promotion (продвижение), people (люди), physical evidence (физическое присутствие) и process (процесс). А также приводятся примеры успешного использования системы арт-маркетинга в сфере арт-бизнеса России и примеры использования искусства и культуры в качестве основных инструментов стимулирования сбыта различных компаниях мирового уровня.
Ключевые слова: маркетинг**,** арт-бизнес, арт-рынок, арт-маркетинг, искусство, культура, стратегия, реклама.

Skorobogatova V.V.,Mukovina T.V.,

ART MARKETING AS ONE OF THE DIRECTIONS OF SALES PROMOTION OF ART BUSINESS PRODUCTS

Abstract. This article discusses the concept of art marketing as one of the main directions of stimulating the sale of products of domestic and global art business. The analysis of the formation and development of the art business and the art market in Russia and in the world is carried out. The basic structure of the art market is described, which includes: a seller of works of art, their buyer and an intermediary acting as a third party in the process of buying and selling. The main goals and objectives of art marketing are revealed. The features of the general concept of art marketing are described and the main marketing model in the field of art business is analyzed, which is an augmented 4P model of the general theory of marketing and consists of seven elements: product (product), price (price), place (place), promotion (promotion), people (people), physical evidence (physical presence), process (process). It also provides examples of the successful use of the art marketing system in the field of art business in Russia and examples of the use of art and culture as the main sales promotion tools for various world-class companies.
Keywords: marketing, art business, art market, art marketing, art, culture, strategy, advertising.

Введение. На сегодняшний день искусство, во всем его многообразии, является не только воплощением чего-то прекрасного и выдающегося, но и воплощением одного из самых перспективных и быстро развивающихся бизнесов, который, как и любой другой бизнес нуждается в продвижении и рекламе.

Для России понятие арт-бизнес является относительно новым и в некоторых аспектах недостаточно разработанным. Это же касается и процессов продвижения, стимулирования и рекламы в арт-бизнесе, которые принято называть арт-маркетингом.

При этом, в своей базовой форме арт-бизнес в России начал развиваться при Петре I, сопровождая в своём развитии становление и развитие искусства как общественно-значимого и незаменимого явления. С переходом России к рыночной экономике,

отечественный арт-рынок или арт-бизнес приобрёл не только общественную, но и коммерческую значимость, которая стала началом новой модели художественного сознания общества, взаимодействия бизнеса и культуры.

Применение маркетинга в сфере искусства является одной из наиболее специфических систем ценообразования и продвижения товаров и услуг арт-бизнеса, главной задачей, которой является не только удовлетворение нужд потребителей для получения выгоды, но и возможность приобщение людей к искусству и культуре. Поэтому анализ и проблематика системы маркетинга в сфере арт-бизнеса на сегодняшний день являются одним из наиболее важных и актуальных вопросов**.** Исходя из этого, актуальность настоящего исследования связана, в первую очередь, с необходимостью теоретического осмысления процесса становления, развития и применения маркетинга в сфере арт-бизнеса.

Цель настоящего исследования состоит в изучении системы маркетинга как одного из направлений стимулирования сбыта продукции мирового и отечественного арт-бизнеса.

Данная цель конкретизируется следующими задачами:

- уточнить понятия «арт-бизнес» и «арт-маркетинг»;
- раскрыть сущность и задачи арт-маркетинга как составной части общей теории маркетинга;
- охарактеризовать основные особенности общей концепции и модели маркетинга применительно к продукции арт-бизнеса.

Материалы и методы исследования. На современном этапе развития экономики и общей теории маркетинга проблема применения системы маркетинга в арт-бизнесе, как теоретически, так и практически слабо разработана.

В мировой и отечественной литературе практически отсутствуют научные публикации, связанные с маркетингом на арт-рынке. Однако концептуальное положение маркетинга арт-рынка или арт-бизнеса имеет неотрывную связь с общей теорией маркетинга и опирается на неё, поэтому в качестве материалов и методов исследования в данной работе использовались материалы научных трудов учёных, изучающих теоретические и методологические основы общей теории маркетинга: Ф. Котлера [1], Ф. Колбера [2], Р. Фатхутдинова [3], В. Н. Смирнова [4] и др.

Результаты исследования и их обсуждение

Понятие «арт-рынок» или «художественный рынок» впервые появилось в Англии еще в XVII веке и подразумевало под собой рынок произведений искусства, на котором происходят акты их купли и продажи [5].

В России же это понятие появилось в начале XVIII века, однако наиболее прогрессивно развиваться стало только XIX-XX веке, при формировании первых отечественных аукционных домов и обществ зажиточных коллекционеров, интересующихся произведениями визуального искусства [6].

Первоначально под термином «арт-рынок» было принято подразумевать оборот предметов искусства, имеющих художественную ценность, то есть предметов изобразительного и декоративно-прикладного искусства. Позднее этот термин стали использовать и для характеристики исполнительских искусств и других культурных услуг (например, танца, театрального искусства, цирка и иллюзионизма).

В широком смысле под термином «арт-рынок» принято подразумевать товарооборот любых художественных произведений, включая зрелищные искусства, музыку и литературу. В узком же смысле это понятие применяется только в отношении визуального (изобразительного) искусства [7, с. 168].

Современный арт-рынок России и всего мира имеет фрагментарный характер и состоит из первичного и вторичного рынка [8].

Первичным рынком предметов искусств или первичным арт-рынком принято называть рынок, на котором происходит товарооборот художественных произведений, впервые предлагаемых к продаже. Вторичным же рынком, в свою очередь, принято называть рынок, на котором происходит процесс купли-продажи, перепродажи или обмена ранее проданных

или купленных предметов искусства между коллекционерами, галереями и музеями.

Основой в структуре арт-рынка России с момента его становления и развития является продавец и покупатель, которые представляют продукцию на рынок и приобретают ее.

Продавцом на рынке искусств или арт-рынке является, в первую очередь, художник, как создатель предметов искусства, и посредник, выступающий в роли третей стороной в отношениях покупателя и продавца (художника) [9].

Посредниками на рынке искусств являются: галереи, аукционы, аукционные дома, дилеры, фонды, банки, экспертные комиссии, музеи, СМИ и т. д.

Основной целью посредников является продажа или перепродажа, выкупленного у художника предмета искусства по большей стоимости и популяризация его работы и имени (формирование личного бренда художника) [6, с. 25].

Покупателями на арт-рынке могут быть физические и юридические лица в виде инвестиционных фондов, галерей или различного рода компаний, которые заинтересованы в художественных произведениях, как с экономической, так и социальной стороны.

Одним из основных элементов арт-рынка является арт-бизнес, под которым, в первую очередь, принято подразумевать экономическую деятельность по оценке и распространению произведений искусства.

Арт-бизнес, при тесной взаимосвязи с современным глобальным арт-рынком, является одним из самых крупных и быстро развивающихся сфер мирового бизнеса, который направлен на продвижение и реализацию предметов искусства непосредственно от деятеля искусства к потребителям, которыми, как правило, выступают: арт-дилеры, аукционеры и коллекционеры.

Маркетинг в арт-бизнесе представляет собой специфический вид деятельности по достижению определённых сегментов рынка, которые наиболее вероятно заинтересованы в тех или иных предметов искусств [10, с. 27].

Впервые вопрос о применении маркетинга в сфере культуры и искусства был поставлен ещё в 1967 г. Ф. Котлером, который на сегодняшний день является общепризнанным отцом-основателем и гуру маркетинга [1, 11].

По мнению многих ученных, к которым относится и Ф. Котлер, система маркетинга состоит из четырёх элементов, к которым относится: товар, цена, каналы распределения и методы стимулирования сбыта. Эти же элемент, так называемы переменные «4Р», относятся и к маркетингу в сфере арт-бизнеса.

Основным товаром арт-бизнеса являются произведения искусства, цена на которые устанавливается в зависимости от их материальных и нематериальных качеств. При этом в отличие от любых других товаров, материальные качества предметов искусства имеют косвенное влияние на цену, а нематериальные – прямое.

Так, к материальным качествам предметов искусства относятся: материалы, из которых оно было произведено, качество использованных материалов, размеры произведений искусства, степень их сохранности и временная характеристика сохранности.

К нематериальным качествам, в свою очередь, относятся: имя художника (бренд), техника исполнения, рыночная привлекательность работы и общее впечатление о работе. Эти качества являются основным показателем ценности предмета искусства, которая в арт-бизнесе является основой системы ценообразования.

Каналы распределения предметов искусств, как один из основных элементов «4 Р» в теории арт-маркетинга, представляет собой совокупность галерей, аукционов, арт-фондов, ярмарок, экспертные комиссий, музеев и СМИ, которые призваны анализировать тенденции арт-рынка, влиять на процесс купли-продажи предметов искусства и устанавливать на них цену, с учётом их материальной и нематериальной ценности.

Методы стимулирования сбыта и продвижения продукции (promotion) в арт-бизнесе отличаются от методов стимулирования сбыта более привычных товаров, в первую очередь тем, что к товарам арт-бизнеса практически не применима стандартная реклама, как метод неличного предложения и представления идей, товаров и услуг от имени известного

спонсора.

При этом само искусство, в современной системе стимулирования сбыта какой-либо продукции по средствам рекламы, имеет немаловажное значение. Так: вдохновившись, поп-арт произведениями Энди Уорхола известная компания Wrigley, занимающая производством жевательной резинки Orbit, использовала принципы поп-арт искусства в рекламе всей своей продукции; французский бренд Perrier для привлечения внимания к разработанному ими дизайну бутылок и банок Perrier создал граффити проект на стенах домов в Нью-Йорке и Лос-Анджелесе; бренд одежды Marithé + François Girbaud в 2005 году разработал рекламу с аллюзией (намёком) на «Тайную вечерю» да Винчи; агентство Leo Burnett для рекламы своего фотоаппарата NX Mini от Samsung использовал автопортрет Ваг Гога с целью рекламы функции селфи у фотоаппарата; и тд..

Кроме того, искусство является основой для стимулирования сбыта продукции таких известных компаний и брендов как Gucci и Dior которые сделали искусство флагманом всех своих рекламных компании.

По мнению западного учёного Ф. Колбера, который первый после Ф. Котлера начал исследовать и анализировать общую систему маркетинга в сфере арт-бизнеса, стандартную «4 P» модель необходимо расширить и добавить ещё три «P» – people (люди), physical evidence (физическое присутствие), process (процесс) [2].

Люди являются очень важным составляющим арт-маркетинга, в первую очередь, потому что арт-бизнес как бизнес по реализации предметов искусств и предоставлению услуг объединяет в себе творца, посредника и потребителя, которые, как правило, выступают в роли физических лиц и от которых зависит практически весь процесс купли-продажи на арт-рынке.

Важность физического присутствия в арт-бизнесе, связанна, в первую очередь с тем, что в момент получения культурной или художественной услуги, так же как, например, при оказании услуги по стрижке волос, обязательно физическое присутствие человека (потребителя услуги), так как заочно предоставить такую услугу невозможно, этот процесс не поддаётся трансляции.

Процесс в арт-маркетинге представляет собой процесс предоставления услуги по приобретению или продаже предметов искусства. При этом, в процессе предоставления культурно-художественных услуг важен не столько сам процесс, сколько эффект от него, в связи с чем в арт-бизнесе принято выделять три важных момента:

1) потребитель должен получить услугу;
2) потребитель должен остаться довольным ее качеством;
3) потребитель должен получить удовольствие от самого процесса получения услуги.

В арт-бизнесе вся маркетинговая деятельность строится в ориентации на рынок, поэтому рынок является главной позицией в выборе маркетинговой стратегии и тактики. При этом главной целью арт-маркетинга является не только продвижение продукции на арт-рынке и привлечение необходимой целевой аудитории, но и ее сохранение.

В связи с чем, среди всего многообразия маркетинговых стратегий для маркетинга в сфере арт-бизнеса основополагающей стратегией является маркетинг взаимоотношений, который основывается на установлении длительных отношения с клиентами [12].

Саму концепцию маркетинга взаимоотношений иногда называют управлением взаимоотношениями с клиентами, маркетингом партнёрских отношений, маркетингом отношений с покупателями, а также маркетингом взаимодействия. Как научный термин «маркетинг взаимоотношений» был впервые введён одним из самых авторитетных мировых экспертов в области качества услуг Л. Берри, который использовал его в основном применительно к маркетингу услуг [4]. Поэтому данная стратегия так сильно подходит арт-маркетингу.

Зародившись в Европе, система маркетинга в сфере искусства на сегодняшний день является основополагающей схемой управления купли-продажи на арт-рынках всего мира.

В России арт-маркетинг, несмотря на новизну и недостаточную разработанность,

являет одним из перспективных и быстро развивающихся направлений стимулирования сбыта продукции арт-бизнеса, который направлен не только на получение прибыли, но и на популяризацию искусства среди населения страны.

Так, одним из ярких примеров маркетинга посредством рекламы произведений искусства с целью их популяризации является запущенный еще в 2018 г. прогноз погоды на телеканале «Культура» с «ожившими» картинами разных эпох, стилей и жанров [13]. Данный проект является не только частью общей программы телеканала, но и популярным видеороликом в сети Интернет, благодаря чему и происходит популяризация искусства.

Кроме того, на современном этапе развития общей теории маркетинга, Интернет ресурсы и Интернет-маркетинг являются одним из перспективных методов и инструментов арт-маркетинга, которые позволяют создателю арт-продукта донести свои инновации до широкой аудитории ценителей искусства.

Основными преимуществами Интернет-маркетинга является: интерактивность, возможность максимально точно выявить целевую аудиторию и показать ей необходимую рекламу, возможность анализа системы маркетинга и предоставления статистических отчётов об участников арт-бизнеса [14, с. 7]

Сегодня все большее количество создателей произведений искусства предлагают свои услуги в режиме онлайн, через онлайн-банкинг, который является удобным для клиента в первую очередь благодаря возможности физически не посещать выставки, но иметь возможность из любой точки страны стать участников арт-рынка.

Ярким примером Интернет-маркетинга также являются онлайн-аукционы, развитие которых значительно повлияло на установление цены произведений искусства, общее представление о которой сейчас можно получить даже без фактического участия в аукционах. Исключение составляют только закрытые аукционы, которые требуют обязательной регистрации и размещения на предназначенных для этого площадках.

Выводы. Таким образом, маркетинг в сфере арт-бизнеса или арт-маркетинг является основным видом деятельности по продвижение товаров и услуг отечественного и мирового арт-бизнеса.

Основной задачей арт-маркетинга является исследование коммуникативного взаимодействия между творцом арт-продукта (товара) и его покупателем, а также анализ и исследование арт-рынка с целью привлечения возможной целевой аудитории, заинтересованной в предметах искусства.

В России, как и во всем мире, на современном этапе развития экономики, система арт-маркетинга все ещё недостаточно разработана и находится на ранней стадии развития, опираясь пока на концепцию общей теории маркетинга. Однако, несмотря на это, арт-маркетинг является перспективной схемой управления купли-продажи в арт-бизнесе и схемой популяризации культуры и искусства среди населения страны.

Термин «арт-маркетинг» как отдельная категория общей теории маркетинга, все еще не является частью научно-категориального аппарата современной системы гуманитарных наук, и практически не встречается в теоретических и прикладных научных работах. Поэтому, для дальнейшего развития системы арт-маркетинга в России, в первую очередь, необходимо изучение и научное осмысление сложившихся методов стимулирования и реализации арт-продуктов на арт-рынке, и на его основе формирование основной стратегии маркетинга в сфере арт-бизнеса.

Список использованных источников:

1. *Котлер Ф., Шефф Дж.* Все билеты проданы. Стратегии маркетинга исполнительских искусств. М.: Классика-XXI, 2004. 688 с.
2. *Колбер Ф., Рич Дж. Д., Билодо С., Нантель Ж., Наймарк М.* Маркетинг культуры и искусства. М.: А.И. Васин, 2004. 256 с.
3. *Фатхутдинов Р.А.* Стратегический маркетинг: учебник. М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2000. 640 с.

4. *Смирнов В.Н.* Маркетинг взаимоотношений и взаимодействий: учебное пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2021. 176 с.
5. Словарь современного арт-рынка. URL: https://theoryandpractice.ru/posts/17875-slovar-sovremennogo-art-rynka (дата обращения: 13.12.2022).
6. *Глазкова С.А.* PR-коммуникация в арт-бизнесе: учебное пособие. СПб.: С.-Петерб. гос. ун-т, Ин-т «Высш. шк. журн. и мас. коммуникаций», 2016. 164 с.
7. Культура и рынок: современные тенденции: сборник статей Международного университета в Москве, факультет «Предпринимательство в культуре» / сост. И. Хангельдиева. М.: Классика-XXI, 2009. 221 с.
8. *Седых И.А.* Российский рынок предметов искусства. URL: https://dcenter.hse.ru/data/2018/12/18/1144615288/Российский%20рынок%20предметов%20искусства%202018.pdf (дата обращения: 13.12.2022).
9. Просто о сложном: арт-фонды. URL: https://artinvestment.ru/invest/analytics/20200421_art_funds.html?ysclid=lbmd3ifqc09293934 (дата обращения: 13.12.2022).
10. *Перчинская О.* Инновационный маркетинг в арт-бизнесе и его возможности // Инновации. 2013. № 8. С. 101-105. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnyy-marketing-v-art-biznese-i-ego-vozmozhnosti/viewer (дата обращения: 13.12.2022).
11. *Хангельдиева И.Г.* Специфика арт-маркетинга: ключевые особенности // Социология власти. 2012. № 3. С. 117-125. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-art-marketinga-klyuchevye-osobennosti?ysclid=lbjzonwcmk816353232 (дата обращения: 13.12.2022).
12. *Вагапова Н.А., Азизова Г.Р.* Маркетинг взаимоотношений – новая концепция маркетинга // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2010. № 4-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/marketing-vzaimootnosheniy-novaya-kontseptsiya-marketinga?ysclid=lbmoqkc9br60033243 (дата обращения: 13.12.2022).
13. Телеканал «Культура». URL: https://smotrim.ru/live/19201 (дата обращения: 13.12.2022).
14. *Акулич М.В.* Интернет-маркетинг: учебник. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. 352 с.

References:

1. Kotler F., Sheff J. *Vse bilety prodany. Strategii marketinga ispolnitel'skih iskusstv* [All tickets are sold out. Marketing strategies of performing arts]. Moscow, Klassika-XXI Publ., 2004, 688 p. (In Russian).
2. Kolber F., Rich J.D., Bilodeau S., Nantel J., Naimark M. *Marketing kul'tury i iskusstva* [Marketing of culture and art]. Moscow, A.I. Vasin Publ., 2004, 256 p. (In Russian).
3. Fathutdinov R.A. *Strategicheskij marketing* [Strategic marketing]. Moscow, Intel-Sintez Publ., 2000, 640 p. (In Russian).
4. Smirnov V.N. *Marketing vzaimootnoshenij i vzaimodejstvij* [Marketing of relationships and interactions]. Vladimir, VlSU Publ., 2021, 176 p. (In Russian).
5. *Slovar' sovremennogo art-rynka* [Dictionary of the modern art market]. (In Russian). Available at: https://theoryandpractice.ru/posts/17875-slovar-sovremennogo-art-rynka (accessed 13.12.2022).
6. Glazkova S.A. *PR-kommunikaciya v art-biznese* [PR-communication in art business]. St. Petersburg, SPbSU Publ., 2016, 164 p. (In Russian).
7. Hangeldieva I. (compl.) *Sbornik statej Mezhdunarodnogo universiteta v Moskve, fakultet «Predprinimatel'stvo v kul'ture» «Kul'tura i rynok: sovremennye tendencii»* [Collection of articles of International University in Moscow, Faculty “Entrepreneurship in culture” “Culture and the market: current trends”]. Moscow, Klassika-XXI Publ., 2009, 221 p. (In Russian).
8. Sedyh I.A. *Rossijskij rynok predmetov iskusstva* [Russian art market]. (In Russian). Available at: https://dcenter.hse.ru/data/2018/12/18/1144615288/Russian%20market%20predmets%20art%202018.pdf (accessed 13.12.2022).
9. *Prosto o slozhnom: art fondy* [Just about the complicated: art funds]. (In

Russian). Available at: https://artinvestment.ru/invest/analytics/20200421_art_funds.html?ysclid=lbmd3ifqc09293934 (accessed 13.12.2022).
10. Perchinskaya O. Innovacionnyj marketing v art-biznese i ego vozmozhnosti [Innovative marketing in the art business and its possibilities]. *Innovacii* [Innovations], 2013, no. 8, pp. 101-105. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnyy-marketing-v-art-biznese-i-ego-vozmozhnosti/viewer (accessed 13.12.2022).
11. Hangeldieva I.G. Specifika art marketinga: klyuchevye osobennosti [The specifics of art marketing: key features]. *Sociologiya vlasti* [Sociology of Power], 2012, no. 3, pp. 117-125. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-art-marketinga-klyuchevye-osobennosti?ysclid=lbjzonwcmk816353232 (accessed 13.12.2022).
12. Vagapova N.A., Azizova G.R. Marketing vzaimootnoshenij – novaya koncepciya marketinga [Relationship marketing – a new concept of marketing]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan State Energy University], 2010, no. 4-1. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/marketing-vzaimootnosheniy-novaya-kontseptsiya-marketinga?ysclid=lbmoqkc9br60033243 (accessed 13.12.2022).
13. Telekanal «Kul'tura» [TV Channel “Culture”]. (In Russian). Available at: https://smotrim.ru/live/19201 (accessed 13.12.2022).
14. Akulich M.V. *Internet-marketing* [Internet marketing]. Moscow, Dashkov and Co. Publ., 2016, 352 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Скоробогатова Виктория Викторовна	канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 kafedra.ekonomika19@mail.ru
Skorobogatova Viktoriya Viktorovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor of the Department of Economics and Humanities Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 kafedra.ekonomika19@mail.ru
Муковина Татьяна Васильевна	студент 4-го курса направления подготовки «Экономика» Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
Mukovina Tatyana Vasilyevna	student of the 4th year of the training direction «Economics» Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

УДК 658:639.2/.3 **DOI: 10.26296/2619-0605.2023.1.1.022**

Яркина Н.Н.

КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Предметом исследования явились факторы повышения эффективности использования ресурсов предприятий рыбохозяйственного комплекса. Цель работы состояла в их конкретизации и классификации с учетом специфики предприятий рыболовства, аквакультуры и переработки рыбы и других водных биоресурсов. В основу исследования легли логические методы исследования связей, такие как индуктивные методы установления причинно-следственной связи, методы обобщения и классификации. Акцентирована связь производственных ресурсов предприятий рыбохозяйственного комплекса с водными биоресурсами, составляющими основу рыбной и другой продукции из водных биоресурсов. Обозначена ограниченность и исчерпаемость водных биоресурсов, что актуализирует исследование факторов повышения эффективности использования всех ресурсов, задействованных в производственной деятельности предприятия, с учетом взаимодействия и взаимообусловленности. В числе основных классификационных признаков рассматривались такие, как вид ресурсной составляющей, сущностная основа, качественный характер повышения эффективности использования ресурсов рыбохозяйственных предприятий и их непосредственная возможность влиять на нее.
Ключевые слова: ресурсы, факторы, эффективность использования, классификация, предприятия рыбохозяйственного комплекса.

Yarkina N.N.

CLASSIFICATION OF FACTORS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF THE USE OF RESOURCES OF ENTERPRISES OF THE FISHERIES COMPLEX

Abstract. The subject of the study was the factors of increasing the efficiency of the use of resources of enterprises of the fisheries complex. The purpose of the work was to concretize and classify them taking into account the specifics enterprises of fishing, aquaculture and processing of fish and other aquatic biological resources. The research is based on logical methods of connection research, such as inductive methods of establishing a causal relationship, methods of generalization and classification. The connection of the production resources of the enterprises of the fisheries complex with aquatic biological resources, which form the basis of fish and other products from aquatic biological resources, is emphasized. The limitations and exhaustibility of aquatic biological resources are indicated, which actualizes the study of factors for increasing the efficiency of the use of all resources involved in the production activities of the enterprise, taking into account interaction and interdependence. Among the main classification features, such as the type of resource component, the essential basis, the qualitative nature of increasing the efficiency of the use of resources of fisheries enterprises and their direct ability to influence it were considered.
Keywords: resources, factors, efficiency of use, classification, enterprises of the fisheries complex.

Введение. Ввиду ограниченности общественных ресурсов проблема их рационального и эффективного использования была актуализирована еще классиками экономической теории, начиная с А. Смита и Ж.-Б. Сэя, продолжая А. Маршаллом и другими, и не сходит с повестки дня по сей день, набирая обороты и только обостряясь.

«Закончилась эпоха, когда сдерживающим фактором экономического развития были возможности человека. Сегодня человечество вступило в эпоху, когда сдерживающим фактором становятся природные ресурсы, которые истощаются все быстрее и быстрее» – это высказывание Германа Дейли, американского экономиста-эколога, удостоенного премии

«Право на жизнь» за «определение пути экологической экономики, который объединяет ключевые элементы этики, качества жизни, окружающей среды и сообщества» [1], внесшего огромный вклад в развитие теории устойчивого развития [2].

Эксплуатация природных ресурсов (биоресурсов Мирового океана) лежит в основе рыбохозяйственной деятельности. Их эффективное использование предопределяет не только успешность бизнеса в сфере рыболовства, рыбоводства и рыбопереработки, развитие рыбохозяйственного комплекса как сектора национальной экономики, но и устойчивое развитие современного общества, способствуя реализации соответствующих целей [3].

Потребительская ценность, воспроизводственная способность и исчерпаемость являются важнейшими экономическими характеристиками водных биологических ресурсов, которые, не являясь сами по себе ресурсами конкретного предприятия, тем не менее определяют качественные и количественные характеристики ресурсной составляющей предприятий рыбохозяйственного комплекса.

Именно ограниченность и исчерпаемость водных биоресурсов предопределяет необходимость постоянного поиска инновационных путей повышения эффективности использования производственных ресурсов предприятий рыбохозяйственного комплекса, дальнейшего изучения и систематизации факторов, обеспечивающих реальный (текущий) и потенциальный экономический рост.

Цель исследования – изучить и классифицировать факторы повышения эффективности использования ресурсов предприятий рыбохозяйственного комплекса. Данное исследование является элементом логической цепочки исследований в области рыбохозяйственной деятельности и продолжает разработку проблемы систематизации различных аспектов функционирования и развития предприятий рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации, в частности, [4].

Материалы и методы исследования. Проблема повышения эффективности использования ресурсов в контексте повышения эффективности деятельности хозяйственный субъектов вообще, и рыбохозяйственных предприятий в частности является одной из наиболее актуальных, острых, и широко исследуемых и обсуждаемых в научно-практической среде [5-8 и др.]. Вместе с тем, стремительный темп научно-технического прогресса, сопряженный с развитием современных цифровых, нано-, био- и др. технологий, открывает новые возможности для рационального, эффективного использования ограниченных ресурсов общества, в том числе в рамках рыбохозяйственного комплекса, что находит отражение как в отдельных научных публикациях [9, 10 и др.], так и сборниках научных трудов [11].

В основу работы легли логические методы исследования связей, в частности, индуктивные методы установления причинно-следственной связи (метод сопутствующих изменений), обобщения и классификации.

Результаты исследования и их обсуждение

Эффективность использования ресурсов рыбохозяйственных предприятий определяется тем результатом, который ими обеспечивается в процессе производственно-хозяйственной деятельности, в расчете на задействованную единицу. К основным результатам рыбохозяйственной деятельности относятся объем производства продукции из водных биоресурсов в натуральном и стоимостном выражении, выручка и прибыль от реализации этой продукции, прибыль от обычной деятельности до налогообложения и чистая прибыль предприятия.

Факторы, т. е. причины, условия и обстоятельства, способствующие росту эффективности использования ресурсов предприятий рыбохозяйственного комплекса, следует рассматривать в двух плоскостях: с одной стороны, необходимо увеличивать результат производственно-хозяйственной деятельности, с другой стороны, уменьшать объем привлекаемых ресурсов, что в условиях роста объемов производства часто оказывается технически невозможно. Поэтому нельзя допускать, чтобы темпы роста ресурсов, используемых на предприятии, превышали темпы роста объема производства и реализации продукции, а также конечного финансового результата производственно-хозяйственной

деятельности в виде прибыли.

Использование ресурсов имеет комплексный, взаимообусловленный характер. Рост производительности труда невозможен без роста отдачи основных фондов, которая во многом зависит от применяемых технологий обработки предметов труда. Совершенство технологий и качество исходного сырья определяют выход конечной продукции, ее количество и качественные характеристики, предопределяющие способность удовлетворить спрос на продукцию из водных биоресурсов, что в свою очередь сказывается на времени пребывания оборотных средств предприятий в пределах одного операционного цикла, и т. д. Для справки: выход конечного продукта – отношение его количества (массы, объема) к количеству (массе, объему) исходного сырья; операционный цикл – это промежуток времени между приобретением запасов для осуществления деятельности и получением денежных средств от реализации изготовленной из них продукции.

Целесообразно выделять как частные факторы повышения эффективности использования производственных ресурсов, так и общие, интегрированные в отдельные группы частных факторов, что обусловлено комплексностью использования ресурсов предприятия.

К частным факторам повышения эффективности использования ресурсов предприятий рыбохозяйственного комплекса относятся факторы роста производительности труда, роста эффективности использования основных производственных фондов и материальных ресурсов, ускорения оборачиваемости оборотных средств, и т. д., имеющие «свой набор» факторов, обусловленный спецификой конкретного вида производственных ресурсов.

К общим факторам роста эффективности использования ресурсов предприятий рыбохозяйственного комплекса в первую очередь относятся:

– материально технические факторы, нацеленные на повышение технического уровня производства;

– организационно-экономические факторы, нацеленные на совершенствование управления, организации производства и труда;

– структурные факторы, связанные с изменением объема и структуры производства;

– природные условия, определяющие отраслевые факторы эффективности использования ресурсов.

Материально-технические факторы обусловлены темпами научно-технического прогресса и связаны с внедрением новой техники, прогрессивных технологий, новых видов сырья и материалов. Данная группа факторов является наиболее значимой, поскольку обеспечивает экономию как живого, так овеществленного труда (средств и предметов труда), улучшение качества продукции и ее конкурентоспособность.

Рост эффективности использования ресурсов рыбохозяйственных предприятий за счет материально-технических факторов предполагает:

– модернизацию оборудования, включая модернизацию судов рыбопромыслового флота, модернизацию садковых комплексов, технологического оборудования аквакультуры и переработки рыбы и других водных биоресурсов;

– замену морально устаревшего оборудования новым, более производительным и прогрессивным. При этом под производительностью технических средств следует понимать не только увеличение количества производимой в единицу времени продукции, но и рост потребительной стоимости этой продукции, причем второе – первично. Прогрессивность современного оборудования состоит в том, чтобы «подчеркнуть технологии, которые увеличивают количество ценности, извлекаемой из единицы ресурса, а не увеличивают саму пропускную способность» [12];

– повышение уровня механизации производства посредством механизации ручных работ, внедрения средств малой механизации, комплексной механизации работ, что особенно актуально в мелкомасштабном рыболовстве, пастбищном и прудовом рыбоводстве;

– автоматизацию производства за счет внедрения:

а) автоматизированных систем тралового и кошелькового лова; автоматизированных

систем управления движением рыболовного судна; и т. д.;

б) «умных рыбных ферм», выращивание рыбы в которых полностью автоматизировано и цифровизировано; «умных рыбных центров», оснащенных системой автоматической подачи корма, наблюдения за рыбой и качеством воды; автоматизированных систем управления рыбоводными садками; автоматизированных систем замкнутого водоснабжения для выращивания объектов аквакультуры; систем комплексной автоматизации для УЗВ (установок замкнутого водоснабжения/водооборота), предназначенных для круглосуточного, контроля и управления оборудованием УЗВ; и т. д.;

в) автоматизированного оборудования для рыбопереработки; способов автоматического управления процессами рыбопереработки, например горячего копчения рыбы; автоматических линий для производства рыбных консервов, позволяющих дозировать и закатывать рыбу в металлические и стеклянные банки, обеспечивающих контроль герметичности стерилизованных банок и т. д.; автоматизированных систем управления производством и интегрированных автоматизированных систем управления рыбоперерабатывающим предприятием; и т. д.;

– внедрение новых прогрессивных технологий, включая голубые биотехнологии, технологии индустриальной УЗВ-аквакультуры, ресурсосберегающие (малоотходные и безотходные) технологии переработки рыбы и других водных биоресурсов и т. д. Голубые биотехнологии основаны на изучении и применении молекулярных биотехнологических методов по отношению к водным биоресурсам. Данное направление включает в себя использование полученных организмов и их частей в целях сохранения морских биологических ресурсов, восстановления водных экосистем, контроля распространения вредных организмов, создания новых видов топлива, лекарств, косметических средств, ингредиентов для пищевой промышленности, а также создание генномодифицированных живых объектов водного происхождения. Основная цель трансгенеза у рыб – ускорить их рост, повысить продуктивность, обеспечить устойчивость к заболеваниям, улучшить качество рыбного сырья. Примерами генетически модифицированной рыбы являются такие объекты аквакультуры как лосось атлантический, тиляпия, карп обыкновенный, форель радужная и др. Голубые биотехнологии значительно расширяют спектр направлений применения водных биоресурсов, открывают новые возможности рационального природопользования в части водных экосистем, обеспечивают ответственное отношение к ним;

– использование новых видов сырья, современных материалов, прогрессивных орудий лова.

Организационно-экономические факторы играют обобщающую, координирующую роль в комплексном использовании всех факторов роста эффективности ресурсов и определяются уровнем организации труда, производства и управления на предприятиях рыбохозяйственного комплекса. Они способствуют рациональному использованию и сокращению потерь рабочего времени, снижению трудоемкости и себестоимости изготовления продукции, повышению ее качества, обеспечению полного эффекта от использования материально-технических факторов.

Структурные факторы связаны с изменением производственной программы рыбохозяйственных предприятий по объему продукции и ее составу (номенклатуре, ассортименту и качеству), приводящим к изменению соотношений между различными видами продукции, то есть к структурным сдвигам в производстве. Эти изменения предопределяются возникшими ресурсными ограничениями или новыми ресурсными и технологическими возможностями, изменениями в потребительских предпочтениях, влияющих на спрос на продукцию из рыбы и других водных биоресурсов, стремлением снизить предпринимательские риски посредством диверсификации производственной деятельности.

Природные условия и географическое размещение предприятий как совокупность отраслевых факторов играют важнейшую роль в рыбохозяйственном комплексе. Отраслевые факторы связаны с промысловыми запасами, особенностями добычи водных биоресурсов,

районами и сезонным характером рыбного промысла, географическим месторасположением рыбоводных хозяйств и природно-климатическими условиями региона, биопродуктивностью водных объектов, т. е. способностью водных биоресурсов водоема, поддерживать определенную скорость воспроизводства своей биомассы, и т. д.

Качественный характер повышения эффективности использования ресурсов предприятий рыбохозяйственного комплекса определяется экстенсивным или интенсивным направлением их использования, т. е. экстенсивными или интенсивными факторами роста конечных результатов деятельности предприятия (объемов производства продукции и прибыли) или, наоборот, снижения удельного расхода соответствующих ресурсов (т. е. расхода на единицу продукции).

Экстенсивные факторы роста эффективности использования производственных ресурсов предполагают увеличение количества привлекаемых факторов производства (природных и трудовых ресурсов, средств и предметов труда) с учетам обеспечения рациональных норм их использования и соблюдения необходимых пропорций между отдельными видами ресурсов, а также увеличение времени, в течении которого они задействованы в производственном процессе. Экстенсивные факторы имеют ограниченный характер и сами по себе не гарантируют рост отдачи на единицу вложенных ресурсов.

Интенсивные факторы роста эффективности использования производственных ресурсов в первую очередь связаны с повышением производительности активной части основных производственных фондов и определяются интенсивностью научно-технического прогресса в секторах рыболовства и рыбоводства, и рыбопереработки. Они отражаются в прогрессивных технико-экономических нормах производительности и использования рабочих машин и технологического оборудования, а также прудового фонда; съеме продукции с единицы производственных площадей (например, с 1 га прудового фонда); нормативах продолжительности производственного цикла и т. д. Для справки: к основным показателям интенсивного использования прудового фонда относится рыбопродуктивность, характеризующая суммарный прирост массы рыбы, полученной с 1 га пруда в течение одного вегетационного сезона за счет использования рыбой естественной кормовой базы и искусственных кормов (комбикормов и других кормов).

Интенсивное улучшение использования производственных ресурсов рыбохозяйственных предприятий предполагает повышение уровня их отдачи в единицу времени за счет:

– своевременной замены и модернизации физически и морально устаревших объектов активной части основных производственных фондов;

– внедрения новых технологий и интенсификации производственных процессов. В частности, индустриальное выращивание рыбы в системах оборотного водоснабжения и установках замкнутого водообеспечения способствует ускорению темпа роста рыб, сокращению периода выращивания рыбы до получения товарной массы, рациональному использованию водных, земельных и трудовых ресурсов. В прудовом рыбоводстве средствами интенсификации роста рыбы являются улучшение естественной кормовой базы прудов, рациональное кормление рыб, оптимизация плотности посадки и соотношения разных видов рыб в прудах (поликультура и смешанная посадка); улучшение племенных качеств рыб, гипофизные инъекции, профилактика болезней рыб; мелиорация рыбоводных прудов; механизация и автоматизация рыбоводных процессов и т. д.;

– применения прогрессивных форм и методов организации производства и труда;

– повышения квалификации и профессионального мастерства работников предприятия, изменения их отношения к труду, улучшения условий труда и психологического климата в коллективе и т. д.

Сочетание экстенсивных и интенсивных факторов способствует наиболее эффективному использованию ресурсов предприятия.

В зависимости от возможности непосредственного влияния отдельных хозяйствующих субъектов на эффективность использования их ресурсов различают внешние и внутренние

факторы, определяемые как субъектные факторы.

К внешним факторам, обусловливающим уровень и динамику (рост) показателей эффективности использования производственных ресурсов и объективно существующим вне контроля отдельного предприятия, относятся: состояние сырьевой базы рыболовства и промысловых запасов; изменение конъюнктуры рынка продукции из водных биоресурсов, т. е. ее основных элементов (спроса, предложения, цен и конкуренции); состояние рыночной инфраструктуры, законодательство, научно-технический уровень общественного производства и темпы научно-технического прогресса, социально-экономическая обстановка в стране или регионе, природно-климатические условия и т. д.

К внутренним факторам, определяющим уровень и динамику показателей эффективности использования производственных ресурсов и непосредственно зависящим от решений и возможностей конкретного хозяйствующего субъекта в лице его собственников и высшего руководства, относятся характер продукции из водных биоресурсов (ее вид, состав и особенности производства), уровень и состояние технико-технологической базы производства, организация производства, квалификационный состав и ответственное отношение персонала, применяемые системы организации и стимулирования труда и т. п.

На рисунке 1 представлена классификация факторов повышения эффективности использования ресурсов предприятий рыбохозяйственного комплекса.

Рисунок 1 – Классификация факторов повышения эффективности использования ресурсов предприятий рыбохозяйственного комплекса

Выводы. Классификация факторов повышения эффективности использования ресурсов

предприятий рыбохозяйственного комплекса позволяет представить их комплексную характеристику:

– как в рамках отдельных групп ресурсов, так и с учетом интегрированности в эти группы, учитывая универсальность значительной части факторов, способствующих увеличению ресурсоотдачи и снижению ресурсоемкости;

– в разрезе экстенсивных и интенсивных, т. е. количественных и качественных, типов роста;

– с учетом внешних условий и собственных (внутренних) возможностей обеспечить этот рост.

Знание и понимание природы факторов, способствующих повышению эффективности использования ресурсов, является принципиальным условием принятия рациональных управленческих решений, направленных на стабильное функционирование и устойчивое развитие предприятий рыбохозяйственного комплекса.

Список использованной литературы:

1. Herman Daly – Right Livelihood. (In English). Available at: https://rightlivelihood.org/the-change-makers/find-a-laureate/herman-daly/ (accessed 03.02.2023).
2. *Daly Herman E*. Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development. Boston: Beacon Press, 1996. URL: https://archive.org/details/beyondgrowth00herm (дата обращения: 03.02.2023).
3. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015 [without reference to a Main Committee (A/70/L.1)]. UN, 2015. 35 p. URL: https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/2030_Agenda_en.pdf (дата обращения: 03.02.2023).
4. *Яркина Н.Н., Ушаков В.В*. Рыбохозяйственный комплекс Российской Федерации: секторально-функциональная систематизация и структурирование в контексте устойчивого развития // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 4. С. 561-575. EDN VTLXPA. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50003322 (дата обращения: 03.02.2023).
5. *Арыкбаев Р.К., Шулимова М.А.* К вопросу об оценке эффективности рыбохозяйственного комплекса на примере Астраханского региона // Теория и практика мировой науки. 2022. № 11. С. 29-32. EDN AWSKEW. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49856520 (дата обращения: 03.02.2023).
6. *Андриянова Е.В.* Логистическая поддержка ресурсосберегающей деятельности промышленных структур (на примере предприятий рыбной промышленности Камчатского края): автореф. дис. … канд. экон. наук: 08.00.05 / Елена Владимировна Андриянова. М., 2011. 24 с. EDN ZOHTJP. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30356819 (дата обращения: 03.02.2023).
7. *Саблина О.С., Демчук О.В.* Оценка факторов, влияющих на эффективность хозяйственной деятельности рыбохозяйственного предприятия // Научное обозрение: теория и практика. 2019. Т. 9. № 11 (67). С. 1638-1646. DOI: 10.35679/2226-0226-2019-9-11-1638-1646. EDN GOIFZQ. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42516428 (дата обращения: 03.02.2023).
8. *Воловик А.П.* Проблемы экстенсивного роста эффективности в рыбной промышленности // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы XI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции Камчатский государственный технический университет. Петропавловск-Камчатский, 2020. С. 208-211. EDN AQUVJX. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43339055 (дата обращения: 03.02.2023).
9. *Левкина Е.В., Ворожбит О.Ю., Василенко М.Е.* Роль инновационного развития в повышении эффективности рыбной отрасли Приморского края // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. Майкоп, 2014. № 1 (138). С. 276-282. EDN SXHIBR. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=sxhibr (дата обращения:

03.02.2023).
10. *Дусаева Е.М., Труба А.С., Курманова А.Х.* Обеспечение устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса России в условиях цифровизации // Вопросы рыболовства. 2021. Т. 22. № 3. С. 125-140. DOI 10.36038/0234-2774-2021-22-3-125-140. EDN JINLGB. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46613111 (дата обращения: 03.02.2023).
11. Новации в рыбной отрасли – импульс эффективного использования и сохранения биоресурсов Мирового океана: Материалы Национальной очно-заочной научно-практической конференции Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет. Владивосток, 2018. 238 с. EDN RXNNOT. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35455250 (дата обращения: 03.02.2023)
12. *Daly Herman*. Commentary: Toward some operational principles of sustainable development // Ecological Economics. 1990. № 2. P. 1-6. URL: https://public.wsu.edu/~susdev/Daly90.html (дата обращения: 03.02.2023).

References:

1. *Herman Daly – Right Livelihood*. (In English). Available at: https://rightlivelihood.org/the-change-makers/find-a-laureate/herman-daly/ (accessed 03.02.2023).
2. Daly Herman E. *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. Boston, Beacon Press, 1996. (In English). Available at: https://archive.org/details/beyondgrowth00herm (accessed 03.02.2023).
3. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015* [without reference to a Main Committee (A/70/L.1)]. UN, 2015. 35 p. (In English). Available at: https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/2030_Agenda_en.pdf (accessed 03.02.2023).
4. Yarkina N.N., Ushakov V.V. Ry`boxozyajstvenny`j kompleks Rossijskoj Federacii: sektoral`no-funkcional`naya sistematizaciya i strukturirovanie v kontekste ustojchivogo razvitiya [Fisheries complex of the Russian Federation: sectoral-functional systematization and structuring in the context of sustainable development] *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo texnologicheskogo universiteta* [Bulletin of KSMTU], 2022, no. 4, pp. 561-575. (In Russian). EDN VTLXPA. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50003322 (accessed 03.02.2023)
5. Ary`kbaev R.K., Shulimova M.A. K voprosu ob ocenke e`ffektivnosti ry`boxozyajstvennogo kompleksa na primere Astraxanskogo regiona [On the issue of assessing the effectiveness of the fisheries complex on the example of the Astrakhan region]. *Teoriya i praktika mirovoj nauki* [Theory and practice of world science], 2022, no. 11, pp. 29-32. (In Russian). EDN AWSKEW. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49856520 (accessed 03.02.2023).
6. Andriyanova E.V. *Logisticheskaya podderzhka resursosberegayushhej deyatel`nosti promy`shlenny`x struktur (na primere predpriyatij ry`bnoj promy`shlennosti Kamchatskogo kraya), Avtoref. diss. ... kand. ekon. nauk* [Logistic support of resource-saving activities of industrial structures (on the example of fishing industry enterprises of the Kamchatka Territory). Cand. econ. sci. diss. abstr.]. Moscow, 2011, 24 p. (In Russian). EDN ZOHTJP. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30356819 (accessed 03.02.2023).
7. Sablina O.S., Demchuk O.V. Ocenka faktorov, vliyayushhix na e`ffektivnost` xozyajstvennoj deyatel`nosti ry`boxozyajstvennogo predpriyatiya [Assessment of factors affecting the efficiency of the economic activity of a fishery enterprise]. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika* [Scientific review: theory and practice], 2019, vol. 9, no. 11 (67), pp. 1638-1646. (In Russian). DOI: 10.35679/2226-0226-2019-9-11-1638-1646. EDN GOIFZQ. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42516428 (accessed 03.02.2023).
8. Volovik A.P. Problemy` e`kstensivnogo rosta e`ffektivnosti v ry`bnoj promy`shlennosti [Problems of extensive efficiency growth in the fishing industry]. *Materialy` 11 Nacional`noj (vserossijskoj) nauchno-prakticheskoj konferencii Kamchatskij gosudarstvenny`j texnicheskij*

universitet «Prirodny`e resursy`, ix sovremennoe sostoyanie, oxrana, promy`slovoe i texnicheskoe ispol`zovanie» [Proceedings of the 11th National (All-Russian) scientific and practical conference Kamchatka State Technical University "Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use"]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2020, pp. 208-211. (In Russian). EDN AQUVJX. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43339055 (accessed 03.02.2023).

9. Levkina E.V., Vorozhbit O.Yu., Vasilenko M.E. Rol` innovacionnogo razvitiya v povy`shenii e`ffektivnosti ry`bnoj otrasli Primorskogo kraya [The role of innovative development in improving the efficiency of the fishing industry of Primorsky Krai]. *Vestnik Ady`gejskogo gosudarstvennogo universiteta, Seriya 5: E`konomika* [Bulletin of the Adygea State University. *Series 5: Economy*], 2014, no. 1 (138), pp. 276-282. (In Russian). EDN SXHIBR. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=sxhibr (accessed 03.02.2023).
10. Dusaeva E.M., Truba A.S., Kurmanova A.Kh. Obespechenie ustojchivogo razvitiya ry`boxozyajstvennogo kompleksa Rossii v usloviyax cifrovizacii [Ensuring the sustainable development of the Russian fisheries complex in the context of digitalization]. *Voprosy` ry`bolovstva* [Fishing issues], 2021. vol. 22, no. 3, pp. 125-140. (In Russian). DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-3-125-140. EDN JINLGB. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46613111 (accessed 03.02.2023).
11. *Materialy` Nacional`noj ochno-zaochnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Dal`nevostochny`j gosudarstvenny`j texnicheskij ry`boxozyajstvenny`j universitet «Novacii v ry`bnoj otrasli – impul`s e`ffektivnogo ispol`zovaniya i soxraneniya bioresursov Mirovogo okeana»* [Proceedings of the National full-time scientific and practical Conference Far Eastern State Technical Fisheries University "Innovations in the fishing industry – an impulse for the effective use and conservation of biological resources of the World Ocean"].Vladivostok, 2018, 238 p. (In Russian). EDN RXNNOT. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35455250 (accessed 03.02.2023).
12. Daly Herman. Commentary: Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological Economics*, 1990, no. 2, pp. 1-6. (In English). Available at: https://public.wsu.edu/~susdev/Daly90.html (accessed 03.02.2023).

Сведения об авторе / Information about author

Яркина Наталья Николаевна	д-р экон. наук, профессор кафедры экономики и гуманитарных дисциплин Керченский государственный морской технологический университет 298306, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 nata-yarkina@yandex.ru
Yarkina Natalya Nikolaevna	Dr. Sci. (Econ.), Professor at the Department of Economics and Humanities Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 nata-yarkina@yandex.ru